UNIVERSITÉ DE BORDEAUX II
Unités d'Enseignement et de Recherche
des Sciences médicales

Année - 1971 Thèse N° 229

AU SUJET DE L'ALLERGIE RESPIRATOIRE FONGIQUE

Contribution à l'étude de l'influence des facteurs climatiques sur la teneur en spores de l'atmosphère

Thèse pour le Doctorat en Médecine

présentée et soutenue publiquement

le Mercredi 3 Novembre 1971

par Yvette CHAMINADE née SOUDAR

née le 25 Mars 1938 à PAU (Pyrénées-Atlantiques)

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. J.J. DUBARRY, Professeur . . . . . Président

M. R. PAUTRIZEL, Professeur . . . . . Juges

M. J. CANELLAS, Professeur . . . . . Juges

M. R. BAUTE, Agrégé . . . . . Juges

M. J.H. BÉZIAN, Agrégé . . . . . Juges

Éditions Bergeret, 2, rue Bergeret - BORDEAUX
— Tél. 91-12-59 —

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543911_0044

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX II
Unités d'Enseignement et de Recherche
des Sciences médicales

Année - 1971 Thèse N° 229

AU SUJET DE L'ALLERGIE RESPIRATOIRE FONGIQUE

Contribution à l'étude de l'influence des facteurs climatiques sur la teneur en spores de l'atmosphère

Thèse pour le Doctorat en Médecine

présentée et soutenue publiquement

le Mercredi 3 Novembre 1971

par Yvette CHAMINADE née SOUDAR

née le 25 Mars 1938 à PAU (Pyrénées-Atlantiques)

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. J.J. DUBARRY, Professeur	Président
M. R. PAUTRIZEL, Professeur	Juges
M. J. CANELLAS, Professeur	
M. R. BAUTE, Agrégé	
M. J.H. BÉZIAN, Agrégé	

Éditions Bergeret, 2, rue Bergeret - BORDEAUX
— Tél. 91-12-59 —

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A LA MEMOIRE DE MES GRANDS-PARENTS

A MES PARENTS,

en témoignage de mon affection et de mon infinie gratitude.

A MON MARI

A MES FILS, Patrick et Pierre

A MES BEAUX-PARENTS

A MA SOEUR

A TOUS LES MIENS

A TOUS NOS MAITRES

DES HOPITAUX ET DE LA FACULTE DE MEDECINE

DE BORDEAUX

A NOS JUGES

A Monsieur le Docteur J.H. BEZIAN

Maître de Conférences agrégé d'Immunologie,
Hématologie, Maladies du sang
à la Faculté de Médecine de Rabat

Vous nous avez fait bénéficier de vos connaissances en allergologie. Nous vous exprimons nos très sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur Robert BAUTE

Maître de Conférences agrégé de Cryptogamie

Vous avez été pour nous un guide précieux et éclairé tout au long de la préparation de ce travail.

Nous vous exprimons notre profonde gratitude.

Monsieur le Professeur J. CANELLAS

Professeur de Pharmacodynamie et d'Hydrologie
Officier des Palmes académiques

Vous nous avez réservé le meilleur accueil au Centre de Recherches de Bioclimatologie de Pau.

Nous vous remercions de nous avoir confié ce sujet de thèse et nous vous assurons de notre profonde reconnaissance.

Monsieur le Professeur R. PAUTRIZEL

Professeur d'Immunologie et Biologie parasitaire
Expert de l'Organisation Mondiale de la Santé
Officier de l'Ordre national du Mérite
Croix de Guerre 1939-1945
Officier des Palmes académiques
Médaille de Vermeil du Service de Santé de la Marine
Officier du Mérite Sénégalais

Vous avez bien voulu accepter de juger ce travail. Nous vous en sommes très reconnaissante et nous vous assurons de nos sentiments très respectueux.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur J.J. DUBARRY

Professeur d'hydro-climatologie thérapeutique
et de Clinique des maladies de l'appareil digestif
Médecin des Hôpitaux, chef de service
Chevalier de la Légion d'Honneur
Officier des Palmes académiques
Commandeur du Mérite social
Cavaliere ufficiale nell ordine al Mérito
della République Italiana
Commandeur de l'Ordre du Mérita civil español

Vous nous faites le très grand honneur de présider notre jury, veuillez trouver ici le témoignage de notre profond respect et de notre reconnaissance.

AU SUJET DE L'ALLERGIE RESPIRATOIRE FONGIQUE

Contribution à l'étude de l'influence des facteurs climatiques sur la teneur en spores de l'atmosphère

---

Travail effectué
au Centre de Recherches de Bioclimatologie
de Pau

CHAPITRE I. L'ALLERGIE RESPIRATOIRE FONGIQUE.

- Historique
- L'allergie respiratoire aux spores fongiques atmosphériques.
- L'allergie respiratoire aux spores fongiques des habitations.
- L'allergie respiratoire professionnelle aux moisissures inhalées.

CHAPITRE II. LES CHAMPIGNONS DANS L'ATMOSPHERE.

1. Généralités.
2. Le sondage aéromycologique.
3. Les techniques utilisées en aéromycologie.
4. Vue d'ensemble sur les principaux Champignons dans l'atmosphère.

CHAPITRE III. RELATIONS ENTRE CERTAINS FACTEURS CLIMATIQUES ET LES RECOLTES DE CLADOSPORIUM ET D'EPICOCCUM.

CONCLUSIONS GENERALES.

I N T R O D U C T I O N

Depuis 1957 une grande part de l'activité du Centre de Recherches de Bioclimatologie de Pau est consacrée à l'étude des Champignons de l'atmosphère.

Deux études ont concerné le problème des rapports entre les facteurs climatiques et la présence des spores dans l'air.

La première intéressait l'influence des masses d'air sur l'importance des récoltes (BELLOCQ et coll., 1956) et la seconde les rapports entre la teneur des spores d'*Epicoccum nigrum* et les paramètres climatiques usuels (GOURMEL et coll., 1964).

Au cours de ce travail, après avoir rappelé l'importance des spores de Champignons en allergologie, nous présentons une revue des techniques utilisées en aéromycologie, puis des résultats fournis par ces méthodes ; enfin, nous nous sommes attachée à dégager par les méthodes modernes d'étude sur ordinateur les corrélations entre, d'une part, la température, les précipitations, l'insolation et d'autre part, la totalité des spores récoltées, les spores de *Cladosporium* et les spores d'*Epicoccum*.

Il nous est agréable de remercier ici :

- Madame M. GOURMEL, assistante au Centre de Recherches de Bioclimatologie de Pau pour son aide amicale et efficace;

- Monsieur B. FARTHOUAT, ingénieur divisionnaire des travaux de la Météorologie qui a réalisé l'étude des corrélations sur ordinateur 6 600 (CDC);

- Monsieur le Docteur J. RIVOLIER, président de l'Office Français de Recherches de Bioclimatologie, qui nous a fait bénéficier de la documentation de l'O.F.R.B.

- Monsieur le Docteur BROD pour l'intérêt qu'il a porté à nos recherches.

----=----

Chapitre I

L'ALLERGIE RESPIRATOIRE FONGIQUE

HISTORIQUE.

On entend par rôle allergisant des moisissures l'effet de sensibilisation qu'elles provoquent dans un organisme sain. Nous nous bornerons à rappeler les phénomènes d'allergie respiratoire provoqués par des spores fongiques en suspension dans l'atmosphère.

Nous éliminerons les manifestations pathologiques provoquées par le développement d'un Champignon dans l'organisme, comme les candidoses, ou les aspergilloses des voies respiratoires.

Il s'agit de faits connus depuis longtemps.

Sir John FLAYER, en 1726, puis BLACKEY en 1873, sont les premiers auteurs à avoir suspecté le rôle des moisissures dans l'asthme. Mais c'est seulement en 1924 que STORM VAN LEEUWEN à Leyden, reconnaît de façon certaine l'existence d'une allergie à *Penicillium glaucum* et à *Aspergillus fumigatus*. Puis viennent les travaux de CADHAM en 1924, de HANSEN en 1928, de HOPKINS, BENHAM et KESTEN en 1930, de COBE en 1932, de FEINBERG en 1935.

Les principales manifestations cliniques de l'allergie respiratoire fongique sont l'asthme bronchique, la rhinite spasmodique associée ou non à l'asthme et la trachéite spasmodique, plus rare.

Certains malades se sensibilisent de façon permanente ou de façon saisonnière, de même certaines professions semblent plus touchées que d'autres. Nous envisagerons successivement :

L'ALLERGIE RESPIRATOIRE AUX SPORES FONGIQUES ATMOSPHERIQUES.

Les manifestations cliniques provoquées par les spores extérieures à l'habitation peuvent être perannuelles ou saisonnières.

1. MANIFESTATIONS PERANNUELLES.

Le diagnostic étiologique est difficile à faire car il n'y a pas d'unité de temps. Parfois on retrouve une unité de lieu. On constate la fréquence des asthmes dans des régions marécageuses, humides, chez les personnes habitant au bord de la mer, des rivières et des lacs.

En 1961-1962 des recherches botaniques et cliniques sont faites à la fois à Gdansk, Sopot et Gdynia, villes situées au bord de la mer Baltique. Le climat humide de ces villes favorise le développement des moisissures. On note un grand nombre de cas d'asthme dans la région et on considère généralement son climat maritime comme défavorable aux asthmatiques.

Les conditions sont ici très favorables au développement de nombreuses moisissures.

R. PAUTRIZEL (1958) après avoir remarqué que les malades sensibilisés aux champignons réagissaient presque toujours à un antibiotique et proposé d'utiliser ces médicaments pour déceler les cas d'allergie fongique, signale que 90 % des cas d'asthme sont en rapport avec une telle allergie.

Les asthmes à *Penicillium* et à *Aspergillus* sont indépendants des saisons, car leurs spores sont présentes toute l'année, peu sujettes aux variations saisonnières. Ce sont plus particulièrement, les espèces *Aspergillus fumigatus*, *A. niger* et *A. nidulans*, qui sont les agents pathogènes responsables d'asthme aspergillaire, de bronchite aspergillaire, d'aspergillose.

En 1925, STORM VAN LEEUWEN, le premier, a testé des malades hollandais aux extraits d'*Aspergillus*, de *Mucor* et de *Penicillium*. Ces tests se sont révélés positifs pour la moitié des asthmes examinés. Il constate même l'unité de lieu caractéristique des asthmes dus aux moisissures ; ceux-ci sont calmés en haute montagne où les moisissures sont peu abondantes et reprennent en Hollande où l'atmosphère très humide entretient et favorise le développement des moisissures.

Pour HANSEN (1928), 15 % d'asthmatiques sont sensibilisés aux spores fongiques et principalement à *Aspergillus fumigatus, A. niger, A. glaucus, A. nidulans et Penicillium glaucum*. Cette grande fréquence serait due à l'ubiquité des spores de ces espèces.

Le rôle de celles-ci est retrouvé par CHARPIN et coll. (1965) qui, sur 6000 asthmes, en trouvent 247 positifs aux tests fongiques dont 17 positifs à *Aspergillus*.

2. MANIFESTATIONS SAISONNIERES.

Les manifestations saisonnières sont plus caractéristiques ; le diagnostic étiologique est relativement plus facile car les crises d'asthme surviennent généralement en dehors des "saisons polliniques" c'est-à-dire généralement en été où la sporulation fongique est à son intensité maximale.

L'école lyonnaise (VALLA, DIDILLON, MICHEL-BRUN, ISOARD, COUDERT et FONTANGES, 1969) attribue à *Alternaria* un rôle pathogène évident, à savoir les *Alternaria* ont une incidence sur la fréquence des asthmes saisonniers.

FEINBERG (1935) rend *Alternaria* responsable d'asthme saisonnier, en particulier dans le Nord-Est des Etat-Unis. Cet asthme respecte l'unité de temps. Dans ce cas, il avait remarqué que certains malades avaient de l'asthme après la saison des Graminées et avant celle d'*Ambrosia*. Il pouvait donc éliminer la pollinose. Or, les études aéromycologiques montrèrent que l'atmosphère était contaminée à ce moment-là par les spores d'*Alternaria*.

Les asthmes dus à *Ustilago* sont en général des asthmes saisonniers. A Bordeaux (PAUTRIZEL et coll.,1958) sur 375 malades présentant des tests positifs, on peut le considérer comme responsable dans 14 % des cas.

Un grand nombre de spores de l'atmosphère étant saisonnières, il suffit en théorie de connaître le "calendrier fongique" pour soupçonner le Champignon responsable. Ceci est net pour *Alternaria*, pour les parasites des céréales, et de façon générale pour toutes les spores dont la "saison" est bien définie.

On retrouve ces accidents allergiques principalement en été et en automne, périodes où toutes les conditions climatiques d'humidité et de chaleur propices au développement des Champignons sont remplies.

L'ALLERGIE RESPIRATOIRE AUX SPORES FONGIQUES DES HABITATIONS.

Les manifestations cliniques de l'allergie aux spores de l'intérieur des habitations sont peu spécifiques, sans unité de temps, car la sporulation est perannuelle : ce sont les asthmes du domicile. Ces spores sont très nombreuses et VAUGHAN (1948) évalue leur nombre à 250.000 par m^3 d'air à l'intérieur des maisons humides. Les personnes les plus exposées sont celles qui résident dans des habitations humides, mal aérées, sans soleil poussièreuses. Les crises d'asthmes n'apparaissent qu'à leur domicile.

Les substrats les plus divers peuvent servir de milieu de culture aux moisissures : le bois, le papier, le cuir, les vieux tapis, les plantes d'appartement. Les Champignons en cause que l'on trouve le plus souvent en abondance dans ces intérieurs sont : *Cladosporium, Penicillium, Aspergillus, Trichophyton, Mucor, Rhizopus, Fusarium, Pullularia.*

On a donc l'impression que la sensibilisation aux moisissures se développe chez les sujets prédisposés par leur habitation dans des maisons humides où ils sont en contact permanent avec un grand nombre de spores. Cette sensibilisation peut être démontrée par les tests cutanés.

Aussi les intra-dermo réactions doivent être faites avec les quatre groupes qui sont préparés à l'Institut Pasteur (voir page 14).

Aspergillus, très souvent rencontré à l'intérieur des maisons est avec *Penicillium* assez caractéristique de la flore domestique.

Les 22 prélèvements suivants effectués dans des salles de classe paloises par le Centre de Recherches de Bioclimatologie montrent l'abondance des Levures,*Cladosporium* et *Penicillium* dans certains locaux.

Prélèvement effectué (Boîte de Petri exposée ouverte pendant 10 minutes).

Dates	*Lieux*	*Levures*	*Cladosporium*	*Penicillium*	*Aspergillus*
18.11.58	Ecole des Lilas				
	Salle de jeux	4	2	16	1
	Logement I NO	3	14	40	
	Logement II SO	1	3	2	
	Logement III O		2	1	
21.11.58	Ecole Léon Say				
	Salle de jeux	7	4	10	
5. 1. 59	Ecole G. Phoebus				
	Classe I N			17	
	Classe II	5	1	5	
	Salle de jeux			21	
5. 1. 59	Ecole Bouillèrce				
	Classe SE	3			
28. 4. 59	Ecole Henri IV				
	Classe I	4	2		
	Salle de jeux	7		3	
28. 4. 59	Ecole Marca				
	Classe I	2	2	1	
	Salle de jeux				
29. 6. 59	Ecole Bosquet				
	Salle de jeux	22	4	1	
	Classe I	26	6		
	Classe II	6	1		
29. 6. 59	Ecole S.Lavigne				
	Classe I	13	8		1
	Classe II	18	7	1	
	Classe III	5	11	1	
27. 7. 70	CESJ.d'Albret				
	Logement I			33	
	Logement II	1	2	30	1
	Logement III	2		28	1
Total par genre, groupe de genres ou famille		129	69	210	4

Alternaria Stemphylium	*Mucor*	*Epicoccum*	*Botrytis*	*Phoma*	*Total des Champignons*
2	7				32
		2			59
					6
		2	3	-	8
2		1	1	2	27
1					18
1					12
1					22
					3
1					7
1				2	13
					5
			1		1
					27
			1		33
				1	8
		1			23
2		1	1	1	31
4		4	1		26
3					36
					34
					31
18	7	11	8	6	462

L'ALLERGIE PROFESSIONNELLE AUX MOISISSURES INHALEES.

Il existe une forme professionnelle de l'allergie respiratoire fongique. VAN DER WERFF (1958) a montré que le lieu de travail a en effet, une grande importance, car il peut recéler en grande quantité des spores de moisissures responsables de manifestations cliniques importantes.

La profession la plus exposée est celle d'agriculteur, car les cultures de tous genres sont des supports de choix pour le développement des moisissures. Les Charbons, les Caries, les Rouilles présents sur les tiges, les feuilles, les graines de Graminées céréales sont très abondantes en été, surtout après un printemps pluvieux. *Ustilago* se développe sur le maïs, l'avoine, les Graminées sauvages. Comme l'a montré PAUTRIZEL (1958) il est responsable de nombreuses sensibilisations et particulièrement dans certaines régions agricole du Sud-Ouest de la France, comme le Lot et Garonne et les Landes.

CADHAN (1924) observe les asthmes dûs à *Puccinia graminis* chez les ouvriers agricoles, se manifestant pendant les moissons (unité de temps). Les crises cessent dès que les ouvriers quittent leur lieu de travail temporaire (unité de lieu).

On cite aussi les allergies à *Alternaria* des cultivateurs de blé du Nord-Est des Etats-Unis, à *Cladosporium* chez des cultivateurs de tomates en serre, et à *Fusarium* et *Ustilago maydis* chez les cultivateurs de maïs.

Cladosporium, *Alternaria* et *Stemphylium*, présents sur les blés avant et après les moissons, sont responsables de la plupart des asthmes de ces périodes, de même qu'*Aspergillus*, présent sur le foin moisi et la paille.

Donc le campagnard semble plus exposé que le citadin. En ville, certains métiers semblent favoriser ces asthmes et ces allergies respiratoires, ce sont par exemple les boulangers, les meuniers ou minotiers, en contact avec les farines de blé, les levures de boulangeries, etc... les bouchers et les crémiers (*Penicillium roqueforti*).

L'industrie du textile est aussi touchée : manipulation de la laine, du coton, du chanvre, de la soie, du jute, qui renferment *Rhizopus, Aspergillus fumigatus, A. flavus, A. niger, Penicillium, Cladosporium, Stemphylium, Fusarium* et *Mucor*.

En Hollande, les cultivateurs de tulipes sont en contact fréquent avec *Botrytis, Fusarium, Sclerotinia, Penicillium corymbiferum*.

Dans les allergies professionnelles dues à l'*Aspergillus*, certains tableaux cliniques, outre de l'asthme montrent de la rhinite, de la trachéite, de la conjonctivite ; on observe parfois de la fièvre, des sueurs, des éruptions cutanées, des douleurs thoraciques, de violentes crises de toux irritative, une expectoration muco-purulente parfois (où l'on peut mettre en évidence du mycélium), des hémoptysies, une chute de l'état général. Ces troubles peuvent avoir une évolution assez longue et durer quelques semaines voire même quelques mois. Il est alors difficile de faire la part entre les phénomènes d'hypersensibilité et ceux dûs à la présence de l'*Aspergillus*. Ailleurs la symptomatologie peut être plus banale : simple bronchite aiguë, bronchopneumonie ou pneumonie. La radiographie montre parfois des images floconneuses diffuses, parfois des images miliaires, parfois des images fibreuses ou cavitaires pouvant évoquer certaines formes de tuberculose.

Il faut citer aussi le tableau clinique qui porte le nom de "poumon du fermier". Le poumon du fermier est un aspect particulier de la pathologie respiratoire fongique professionnelle. Décrit par CAMPBELL (1932), chez des ouvriers agricoles du North Westmorland et par FULLER, il s'agit de la même affection qui celle décrite par JORNELL en Suède en 1946 sous le nom de "poumon du batteur en grange". Elle se manifeste par de la toux, de la dyspnée, de la fièvre, un malaise général, survenant quelques heures après l'exposition à des poussières végétales moisies. A l'auscultation en entend des râles crépitants et à la radiographie pulmonaire on voit une infiltration nodulaire ou miliaire étendue. Le plus souvent l'affection évolue en quelques jours sur un mode aigu ou subaigu. Des formes chroniques peuvent se voir. En France, les cas publiés sont encore rares. MOLINA (1965) a pu cependant en observer six dans le Massif Central.

Les lésions anatomo-pathologiques sont (PEPYS, 1961) caractérisées par une réaction de tissu interstitiel, granulomateuse, épithélioïde, très voisine de celle de la bagassose. A la phase aiguë ce granulome est formé en grande partie de cellules épithélioïdes, à la phase chronique on peut observer une fibrose interstitielle diffuse et de l'emphysème.

L'étiologie de cette affection semble bien être d'origine fongique. En effet, c'est le contact avec le foin moisi qui déclanche les symptômes. On a isolé un grand nombre de moisissures qui se développent sur le foin moisi : *Cladosporium herbarum*, *Mucor*, *Penicillium notatum*, *Monilia*, etc. Toutefois, l'asthme y est rare, les tests cutanés sont négatifs et les tests de provocation ne donnent pas de réponse immédiate de type asthmatique.

Nous nous trouvons donc là à la limite de l'asthme fongique. Qu'elle est la part des phénomènes d'hypersensibilité de type immédiat dans le mécanisme physio-pathologique de ces syndromes? Si la présence d'anticorps précipitants est certaine, leur rôle dans le déclanchement des troubles n'est pas totalement élucidé.

EN RESUME :

Sont responsables des accidents allergiques saisonniers des Champignons tels que :

Alternaria,
Cladosporium,
Stemphylium,
Epicoccum,
Ustilago et diverses Urédinales.

d'autres provoquent des accidents sans périodicité comme :

Aspergillus
Penicillium,
Mucor,
Rhizopus.

Ce sont aussi surtout des moisissures de l'intérieur.

La responsabilité des Champignons dans la fréquence des allergies respiratoires est très grande. A la lumière des travaux de CHARPIN et coll. à Marseille, on constate que sur 165 malades positifs aux tests des moisissures :

- chez 130 les moisissures sont associées à d'autres allergènes,
- chez 35 les moisissures ont un rôle pathogène exclusif .

Cette allergie isolée peut d'ailleurs être le fait d'une ou plusieurs moisissures.

Des études de DOMINJON-MONNIER et coll. (1962) par épreuves ventilatoires aux extraits de moisissures atmosphériques chez 33 malades allergiques respiratoires, il ressort que sur 17 réponses positives à ces tests, 10 cas sont une allergie dominante ou exclusive à des moisissures.

D'autres Champignons, moins souvent cités, ont aussi un rôle pathogène prouvé. Ainsi d'après GUIBERT et coll. (1963) les extraits d'*Helminthosporium*, *Epicoccum*, *Gyrophana lacrymans* provoquent des réactions cutanées atteignant leur maximum d'intensité dans les 24 heures. Par contre, *Trichothecium* provoque souvent des réactions à lecture très retardée n'atteignant leur maximum qu'au 6°, au 8° et parfois au 13° jour et se manifestant par la formation d'une plaque eczématiforme évoquant, avec une kératinisation plus marquée, la réaction à la candidine. Les sensibilisations aux moisissures de ce groupe, semblent, dans la région parisienne, moins fréquentes que celles aux moisissures des trois premiers groupes ; leur fréquence peut être plus grande dans certaines régions de France.

LEGENDRE (cité in GUIBERT, 1963) a pu rapporter à une allergie à *Trichothecium* trois syndromes allergiques respiratoires avec réactions cutanées tardives de type eczémateux, se prolongeant jusqu'au 15° jour.

Tous ces exemples d'allergie provoquée par des spores de Champignons justifient l'importance que l'on attache à la recherche de ces spores dans l'atmosphère. En effet, lorsque l'on connaîtra exactement le calendrier des saisons des Champignons, on pourra rattacher tel asthme ou tel phénomène allergique à la présence de tel Champignon dans l'atmosphère et entreprendre le traitement de l'allergie.

MOYENS DE DIAGNOSTIC.

I. LES EXTRAITS ALLERGENIQUES.

Il existe quatre grands groupes d'extraits allergéniques préparés par l'Institut Pasteur et un groupe n°5 (mélange de *Saccharomyces* et de différents Charbons et Rouilles) de provenance américaine .

Groupe 1 :

Penicillium - Alternaria
Cladosporium - Aspergillus.

Groupe 2 :

Mucor - Botrytis
Rhizopus - Stemphylium.

Groupe 3 :

Neurospora - Pullularia
Chaetomium - Fusarium

Groupe 4 :

Epicoccum - Merulius (Gyrophana) lacrymans
Helminthosporium - Trichothecium.

Groupe 5 :

Ustilago bromi - Tilletia
U. zeae - Saccharomyces cerevisiae
U. sorghi - S.minor
U. avenae

Ces mélanges sont présentés sous forme d'une dilution au 1/1000 d'un extrait fongique. Cette solution est injectée par voie intradermique à raison de 5/100 de ml.

Chaque fois qu'une réponse positive est notée pour l'un de ces groupes, on détaille le groupe en utilisant une solution au 1/1.000 de chacun des extraits.

Ces extraits sont utilisés à deux fins :

. *Moyens de diagnostic* : pour mettre en évidence l'agent allergénique,

. *Thérapeutique* : pour la désensibilisation spécifique. Le but est de rendre le malade plus résistant à l'agent antigénique. On injecte au sujet allergique une petite dose d'allergène, en choisissant celle qui ne provoque qu'une réaction minime.

En répétant ces injections et en augmentant les doses injectées on crée un état de résistance immunologique , qui lui permet de tolérer des doses de plus en plus fortes d'allergènes, par formation chez l'individu d'anticorps bloquants.

On injecte l'extrait allergénique à des concentrations allant de 1/10.000.000 à 1/100.000, en augmentant les doses progressivement de 30 à 50 %.

---=---

Chapitre II

LES CHAMPIGNONS DANS L'ATMOSPHERE

I. Généralités.
II. Les sondages aéromycologiques (historique).
III. Les techniques utilisées en aéromycologie (et leur critique).
IV. Vue d'ensemble sur les principaux Champignons dans l'atmosphère.

I. GENERALITES.

L'air constitue un milieu favorable à la dissémination des espèces fongiques ; celles-ci y sont présentes sous différentes formes (qui peuvent être libres ou fixées sur des poussières de diverses natures) : infimes fragments de mycélium végétatif, cellules végétatives des Levures, mais surtout *spores*.

Les spores fongiques sont des éléments uni ou pluricellulaires, mais toujours de très faible taille, dont le rôle essentiel est précisément de permettre la dissémination de l'espèce qui les a produites ; certaines spores se comportent, en outre, comme des formes de résistance.

Les spores peuvent résulter d'un processus sexuel (au cours duquel sont intervenues une caryogamie,

puis une méiose) : ce sont les *ascospores* des Ascomycètes et les *basidiospores* des Basidiomycètes ; elles se rencontrent fréquemment dans l'atmosphère.

D'autres spores, au contraire, se sont formées à la suite d'un processus non sexuel : il s'agit des spores *"directes"* (ainsi nommées car issues "directement" des éléments cellulaires du thalle, sans intervention des phénomènes précédents) ; les mycologues en distinguent une grande variété, qu'ils ont l'habitude de regrouper en plusieurs catégories :

1°. chez les Phycomycètes (Champignons à thalle non cloisonné) :

- les *zoospores*, spores flagellées spécialisées dans la vie aquatique, qui ne nous intéressent pas ici.
- les *sporangiospores*, spores formées à l'intérieur de sporanges, que l'on peut rencontrer dans l'air.

2°. chez les Septomycètes (Champignons à thalle cloisonné) : deux grandes catégories de spores, dont la distinction est d'ailleurs quelque peu artificielle et qui sont abondamment représentées dans l'atmosphère.

a) des spores qui "dérivent de la transformation d'éléments pré-existants du thalle", et sont appelées pour cette raison *thallospores ;* il en existe plusieurs types, qu'il ne paraît pas utile de détailler ici.

b) les *conidiospores ou conidies*, qui sont des spores "néoformées à l'extrémité d'un filament spécialisé, le *conidiophore*, et plus ou moins immédiatement caduques".

La destinée d'une spore - destinée théorique, car beaucoup sont perdues - est, après avoir été libérée par l'appareil sporifère qui l'a produite et avoir été éventuellement transportée à une distance plus ou moins grande de son lieu d'origine, de *germer* et de reproduire ainsi le mycélium végétatif de l'espèce considérée.

Une remarque très importante du point de vue des techniques (on y reviendra plus loin) doit être faite : l'obtention du mycélium en *culture* n'est possible qu'avec certaines spores (heureusement nombreuses), impossible avec d'autres.

II. LES SONDAGES AEROMYCOLOGIQUES.

La recherche dans l'atmosphère des formes de dissémination fongiques, spores notamment, n'est pas un problème nouveau. Mais elle s'est limitée pendant longtemps à des cas particuliers, en rapport par exemple avec l'épidémiologie de certaines mycoses des Végétaux cultivés. C'est l'avènement des recherches allergologiques qui, semble-t-il, a suscité les premières analyses systématiques de la flore fongique de l'atmosphère, marquant les débuts de cette nouvelle discipline que l'on s'accorde à désigner par le nom d'*aéromycologie*, et que l'on a tendance, de plus en plus, à considérer comme l'un des aspects de la bioclimatologie.

L'abondance des travaux effectués à l'étranger contraste avec la rareté des travaux français.

Les travaux d'aéromycologie commencèrent en 1935 aux Etats-Unis sous l'impulsion de FEINBERG (1935), puis continuèrent sous la direction de DURHAM à partir de 1937 et de HARRIS à partir de 1939.

En Grande Bretagne, nous citerons les travaux de HYDE et WILLIAMS à Cardiff à partir de 1946, de GREGORY à partir de 1952.

D'autres recherches furent rentreprises par NILSBY (1949) en Suède, par TOSCO et VOLTERANNI (1957) à Turin, par PEREZ ALVA RODRIGUEZ (1955) à Lima, par JIMENEZ DIAZ (1963) à Madrid, par FLENSBORG et SAMSOE-JENSEN (1950) à Copenhague, par CHABERT (1968) à Rabat, etc...

En France la première étude sur la composition de la flore mycologique de l'atmosphère fut faite à Paris en 1948 par PASTEUR-VALERY-RADOT, SEGRETAIN, HALPERN et DOMART.

A partir de 1957, GOURMEL, BAUTE, CAZAUX, CANELLAS commencèrent la publication des résultats obtenus au Centre de Recherches de Bioclimatologie de Pau.

En 1963, CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J. et RENARD M. firent paraître les premières observations concernant la région de Marseille.

III. LES TECHNIQUES UTILISEES EN AEROMYCOLOGIE.

Le but du chercheur est donc d'analyser le contenu fongique de l'atmosphère (1), qualitativement et quantitativement. A cette fin, il doit disposer :

- de techniques de récolte des formes de dissémination fongiques présentes dans l'air,
- de techniques d'identification des espèces ainsi récoltées.

Les méthodes de récolte (dites aussi techniques de prélèvement) peuvent faire appel à deux procédés :

- le dépôt spontané des spores sur un dispositif de collecte, le facteur prédominant étant la pesanteur : c'est la méthode *gravimétrique*.
- l'aspiration de l'air par un dispositif approprié : c'est la méthode *volumétrique*, ainsi nommée car elle permet d'introduire aisément dans les calculs le paramètre "volume de l'air analysé".

Quant aux procédés d'identification , on peut en distinguer deux catégories :

- l'identification microscopique des spores elles-mêmes (procédé analogue à celui utilisé pour l'identification des grains de pollen de l'air),
- la mise en culture des formes de dissémination et l'identification botanique des colonies qui se développent.

(1) Nous excluons de cette étude les observations effectuées à très haute altitude au moyen d'avions, de ballons ou de fusées.

De la combinaison de ces diverses techniques résultent un certain nombre de méthodes et appareillages utilisés plus ou moins couramment en aéromycologie (1), que l'on peur rassembler dans le tableau suivant :

		Procédé d'identification du Champignon	
		Identification des spores elles-mêmes	*Identification des colonies après cultures*
Procédé de récolte des Champignons	Gravimétrie	Méthode des lames (ou de Durham)	Méthode des boîtes de Petri
	Aspiration (volumétrie)	projection de l'air sur une lame collectrice : Appareils de May, de Hirst, de Gregory, rotorod.	-projection de l'air sur une gélose nutritive (appareil de Bourdillon, appareil d'Andersen). -barbotage de l'air dans un liquide suivi d'isolement sur gélose.(appareil du C.R.S.S.A.)

Donnons quelques précisions sur ces différentes méthodes.

I. LES METHODES GRAVIMETRIQUES.

a) la méthode des lames (méthode de DURHAM).

Les spores tombent sur une lame de verre pour microscopie, enduite d'une substance collante sur laquelle

(1) Les méthodes qui utilisent la mise en culture peuvent servir également à l'étude des Bactéries de l'air. D'ailleurs, beaucoup de statistiques aéromycologiques englobent aussi les comptages bactériologiques (voir plus loin).

elles se fixent. Le comptage et l'identification des spores se font par exploration microscopique d'une surface donnée de la lame (par exemple 1 ou 2 cm^2). Introduite par DURHAM pour l'analyse pollinique de l'atmosphère, cette méthode fut appliquée dès 1937 par ce même auteur aux prélèvements mycologiques. La lame est supportée et protégée par un dispositif standardisé connu sous le nom d'appareil de DURHAM.

Celui-ci est constitué par deux disques de 22,7cm de diamètre séparés par une distance de 11 cm ; le disque inférieur porte en son centre un support de lame situé à 2,53 cm au-dessus de ce disque ; l'ensemble est réalisé en métal inoxydable.

La lame est recouverte d'un enduit adhésif dont la nature varie selon les auteurs.

On peut utiliser, comme pour les grains de pollen, un mélange de vaseline et de paraffine. Certains, comme CHARPIN et coll. cité in BOUTIN, 1966) préfèrent la gélatine glycérinée, au prix d'une légère complication technique : on ne conserve sur la lame qu'une surface de 2 à 6cm^2 de substrat (par découpage au rasoir sur un gabarit quadrillé) dont on provoque la fusion par un léger chauffage sans ébullition, après quoi on recouvre d'une lamelle et on lute à la paraffine ; la lame peut être ainsi conservée longtemps et sa lecture différée.

La durée d'exposition des lames est ordinairement de 24 h. Certains appareils sont munis d'une girouette qui permet de maintenir la lame face au vent.

b) la méthode des boîtes de Petri.

Le dépôt gravimétrique des spores se fait ici sur une gélose nutritive coulée dans des boîtes de Petri (habituellement de 10 cm de diamètre). Les spores germent et donnent naissance à des colonies que l'on identifie selon les techniques macro et microscopiques classiquement utilisées en mycologie. L'incubation des cultures est pratiquée dans une étuve à 24-25°C. ou, plus simplement, à la température du laboratoire (le développement est alors un peu plus lent).

Certaines colonies sont identifiables très rapidement, dans les quelques jours qui suivent la récolte des spores ; d'autres exigent une culture plus longue, ce qui implique la conservation des boîtes un certain temps. Des repiquages sont parfois nécessaires pour l'isolement des souches à croissance lente qui risqueraient d'être masquées par des colonies plus envahissantes.

La nature du milieu de culture varie selon les auteurs. Sans entrer dans les détails, indiquons simplement qu'il en existe deux grands groupes :

- des milieux non sélectifs sur lesquels se développeront non seulement les Champignons, mais aussi les Bactéries.
- des milieux sélectifs (ou relativement sélectifs) destinés à éliminer les Bactéries par addition d'acide tartrique (l'acidité du milieu favorisant les Champignons au détriment des Bactéries) ou d'un antibiotique antibactérien (de nombreuses "recettes" existent dans ce domaine, qui utilisent la pénicilline, la streptomycine, le chloramphénicol, etc... ou des mélanges de deux ou plusieurs antibiotiques).

La durée d'exposition des boîtes de Petri est évidemment variable et dépend en partie du but que l'on s'est fixé. Dans le cas d'un travail systématique de longue durée, les auteurs choisissent ordinairement une exposition de 10 minutes ; si l'on pratique une seule exposition quotidienne, on la renouvelle toujours à la même heure.

II. LES METHODES VOLUMETRIQUES.

On peut dire qu'elles ont été inaugurées par PASTEUR (1862) qui, pour examiner les "corpuscules organisés" de l'atmosphère, aspirait l'air dans un tube muni d'un tampon de fulmi-coton sur lequel venaient se fixer les particules. Les bourres de fulmi-coton étaient ensuite dissoutes dans un mélange d'alcool et d'éther et le résidu, examiné au microscope, s'avérait très riche en microorganismes.

1°. Méthodes basées sur l'identification des spores.

L'air, aspiré par une pompe avec un débit connu, est projeté sur une lame enduite d'une substance collante. Sur ce principe (1), plusieurs appareils ont été réalisés (tous sont orientable par girouette) :

a) l'appareil de MAY (1945). C'est un collecteur "en cascade" ("cascade impactor") : le jet d'air frappe successivement quatre lames disposées perpendiculairement les unes aux autres ; les particules s'y déposent par ordre de taille décroissante : les plus grosses sur la première lame, etc...

b) l'appareil de HIRST (1952). Il comporte une seule lame, mais qui peut se déplacer, grâce à un mouvement d'horlogerie, devant la fente d'admission de l'air aspiré (à raison de 2 mm par heure). On peut ainsi étudier les variations du dépôt des spores au cours d'une période assez longue, 24 h par exemple (au prix d'un travail de microscopie qui est évidemment très pénible). Cet appareil paraît être assez utilisé en aéromycologie, malgré son encombrement et sa relative fragilité (BOUTIN, 1966).

c) l'appareil de GREGORY (1954) est une simplification de l'appareil de HIRST, rendu portable par adoption d'un système d'aspiration actionné manuellement et à lame fixe. Le débit de l'air aspiré souffre évidemment des variations inhérentes au fonctionnement manuel.

2°. Méthodes basées sur l'identification des colonies après culture.

Deux types de procédés assez différents ont été imaginés dans ce domaine.

(1) un principe un peu différent est celui du "rotorod" de PERKINS, utilisé en particulier par GREGORY et LACEY (1964). Les surfaces collectrices sont portées par des bras verticaux mûs par une rotation rapide (2400 tours/min.), ce qui crée un effet semblable à œlui de l'aspiration de l'air.

a) dans le premier type : l'air aspiré est projeté directement sur une gélose nutritive qui servira de substrat au développement des colonies. Sur ce principe reposent :

- l'appareil de BOURDILLON et coll. (1941), dans lequel l'air admis par une fente arrive sur la périphérie d'une boîte de Petri mue d'un lent mouvement de rotation dans un plan horizontal (ce qui permet, comme dans l'appareil de HIRST, d'introduire dans l'observation le paramètre temps).
- l'appareil d'ANDERSEN (1958), qui est un collecteur "en cascade" comportant plusieurs boîtes de Petri superposées séparées par des plaques perforées ; l'air circule de haut en bas et dépose ses spores sur les boîtes par ordre de taille décroissante.

b) l'autre procédé est très différent en ce sens que l'air aspiré est conduit dans un liquide dans lequel il barbote en lui cédant ses spores ; des parties aliquotes de ce liquide servent alors à faire des isolements microbiologiques sur gélose. Si le principe est simple, la réalisation est assez délicate, ce qui explique sans doute qu'il ait fallu attendre 1968 pour voir apparaître un collecteur reposant sur ce principe : il s'agit de l'appareil mis au point à la Division de Microbiologie du Centre de Recherches du Service de Santé des Armées, à Lyon (C.R.S.S.A.) par FONTANGES et ISOARD.

C'est un collecteur de microconstituants atmosphériques à grand débit (1200 m^3 d'air sont aspirés par heure), transportable par camion-laboratoire. Après avoir traversé un filtre moustiquaire, les particules de diamètre supérieur à 10 microns sont éliminées par un séparateur. L'air est ensuite lavé à l'aide d'un microbrouillard d'eau déminéralisée stérile. Puis, un dispositif Venturi permet l'agglutination des particules, qui se retrouvent au bas de l'appareil sous forme d'une suspension aqueuse dont divers échantillons seront mis en culture. Cet appareil, imposant et très coûteux, n'est évidemment pas à la portée de tous les laboratoires.

ETUDE CRITIQUE DE CES DIVERSES TECHNIQUES.

Nous répartirons ces critiques en deux groupes

- critiques ayant trait à l'identification des Champignons
- critiques ayant trait à leur récolte.

1°. Critiques ayant trait à l'identification des Champignons :

Les méthodes basées sur l'identification microscopique des spores ont le défaut de ne déceler que les spores ayant à la fois des dimensions suffisantes et une morphologie suffisamment caractéristique pour être détectables et identifiables. Ces spores sont heureusement assez nombreuses (Charbons, Rouilles, *Alternaria, Stemphylium, Epicoccum, Cladosporium, Helminthosporium, Trichothecium).* Mais il en est d'autres, comme celles des *Aspergillus* et des *Penicillium* que leur faible taille, leur transparence et leur forme peu caractéristique font échapper à l'examen microscopique.

Les cultures résolvent en partie ces problèmes, mais en font apparaître d'autres. En effet, les spores des espèces parasites obligatoires (Mildious, Rouilles, Charbons, etc...) ne développent pas de mycélium en culture; il en est de même des basidiospores des Basidiomycètes supérieurs et de certaines ascospores. En outre, certaines espèces à croissance lente peuvent être masquées par des espèces à croissance plus rapide. Enfin, seules les spores *vivantes* pourront germer.

Une première conclusion s'impose donc : le caractère complémentaire des deux groupes de techniques, qu'il y aura intérêt à utiliser conjointement chaque fois que cela sera possible.

Un autre problème se pose : tout microbiologiste reconnaîtra que l'identification devrait être poussée *jusqu'à l'espèce (1).* Or, l'examen des spores ne permet

(1) On peut même se demander, dans le cas de l'allergie, s'il n'existe pas des variations d'une souche à l'autre.

de reconnaître que le genre, exception faite de quelques cas favorables. Au contraire, les cultures permettent en général d'identifier l'espèce, du moins en théorie, car dans beaucoup de cas le chercheur isolé recule devant le travail considérable que cela entraîne et se contente d'une identification générique, voire de famille ou de groupe. Un travail en équipe paraît être la seule manière de résoudre ce problème.

2°. *Critiques ayant trait à la récolte des Champignons.*

Comme le remarque BOUTIN (1966), on peut d'abord formuler une critique générale à toutes ces méthodes : les prélèvements sont forcément limités dans l'espace et ne reflètent que le contenu d'un environnement restreint. La mobilité des appareillages, leur simplicité, peuvent donc, dans certains cas, constituer un facteur important à considérer.

Ceci dit, plusieurs considérations peuvent être émises :

a) certaines ont trait *au principe même* de la récolte et elles opposent donc les méthodes gravimétriques aux méthodes volumétriques.

Aux méthodes gravimétriques on reproche de piéger électivement les particules les plus volumineuses, les plus lourdes, et d'autre part de ne pas refléter un compte en volume, bien qu'il existe des coefficients de conversion (PRINCE et MORROW, 1963) qui permettent, en partant du nombre de grains collés par cm^2 de lame et pour chaque espèce particulière, de déduire le nombre de grains contenus par m^3. Mais ces coefficients sont infidèles.

Dans certains cas, il semble exister un parallèlisme entre l'analyse gravimétrique et l'analyse volumétrique. C'est ce qu'a montré l'école de Marseille (BOUTIN, 1966) avec les spores d'*Alternaria*, recueillies par les deux méthodes durant la même période : les deux courbes obtenues sont presque rigoureusement parallèles et pourraient être superposées en réduisant environ 11 fois les valeurs obtenues par la méthode volumétrique. Les

auteurs reconnaissent toutefois que ce parallèlisme ne se retrouve pas pour les spores de petite dimension.

Si l'on compare maintenant les deux variantes de la méthode gravimétrique (sur lame et sur boîte) on constate des différences entre le nombre des colonies et le nombre des spores.

Ces différences sont dues en premier lieu au temps d'exposition différent : la lame est exposée 24 heures par jour, la boîte ouverte seulement 10 minutes par jour. Le nombre de spores sur la lame devrait être égal au nombre de colonies x 144 ou 24 heures x 6 (6 fois 10 minutes = 1 heure) *pour une surface égale ;* il faut donc en outre, tenir compte du fait que la surface du milieu de culture dans la boîte de Petri de 10 cm est de 78,5 cm^2, la surface examinée de la lame est de 1 ou 2 cm^2.

En appliquant ces diverses corrections, on montre alors que le nombre de spores sur la lame représentera $\frac{2}{63}$ ou $\frac{1}{30}$ du nombre de spores sur la boîte. On a défini le rapport $K = \frac{\text{nombre de spore sur lame}}{\text{nombre de colonies sur boîte}}$.

Pour certains Champignons comme *Cladosporium* par exemple,on note des valeurs de K très élevées, même pendant les mois très chargés en spores. Le nombre de cultures obtenues est très faible, mais ceci peut être dû soit à une perte de vitalité des spores, soit à leur groupement en amas qui ne donneraient chacun qu'une seule colonie.

Les critiques formulées par divers auteurs (parmi lesquels FONTANGES et ISOARD) sur l'impuissance des méthodes gravimétriques à recueillir efficacement les spores de faible dimension paraissent trouver une illustration dans les résultats concernant les récoltes d'*Aspergillus* dans l'air. L'appareil du C.R.S.S.A conduit à un pourcentage annuel moyen de 13 %, alors que les résultats publiés par les auteurs utilisant la méthode gravimétrique(1)

(1) BARLOW (1963), DWORIN (1966), RICHARDS (1954), GOURMEL et coll. (1958, 1960, 1963, 1967, 1970).

sont de l'ordre de 1 à 3 %, exceptionnellement 6 %. Il convient cependant d'observer que l'appareil élimine les particules de plus de 10 microns, ce qui doit favoriser les espèces à petites spores au détriment des Champignons dont les spores dépassent couramment cette dimension (*Cladosporium, Alternaria, Epicoccum,* etc...) et qui représentent une importante proportion de l'aéroflore fongique. On peut donc se demander si les différences signalées ne sont pas plus apparentes que réelles.

b) d'autres considérations sont en rapport avec la durée des prélèvements.

Le reproche le plus fréquemment émis s'adresse à la méthode des boîtes de Petri : les dix minutes d'exposition quotidiennes représentent peu de chose par rapport au nicthémère et c'est vrai. Mais cette critique s'applique, selon nous, non à la méthode elle-même, mais à l'usage qui en est fait. S'il est exact que l'on ne peut prolonger au-delà d'une certaine limite la durée d'exposition de la boîte en raison de son envahissement par de trop nombreuses colonies, rien ne s'oppose, *en théorie*, à ce que plusieurs boîtes soient ouvertes les unes à la suite des autres, et ce durant 24 heures. C'est uniquement une question d'organisation.... et de personnel, car il est bien évident que le dépouillement de multiples prélèvements devient vite une tâche insurmontable pour le chercheur isolé.

Les méthodes volumétriques ne sont pas à l'abri d'une semblable critique : la lame de l'appareil de HIRST, exposée durant 24 heures, exige pour sa lecture un travail considérable. ADAMS, en 1964, a partiellement résolu ce problème en n'examinant sur la lame qu'une bande longitudinale de 110 microns de large.

Enfin, on observera que la plupart des méthodes volumétriques sont elles-mêmes tributaires d'une durée d'exposition limitée.

CONCLUSIONS.

Les considérations précédentes suffisent à prouver qu'aucune méthode n'est parfaite. La seule solution

logique semble, comme le remarque BOUTIN, d'utiliser concurremment une méthode utilisant les cultures et une méthode utilisant les lames, mais ceci n'est malheureusement pas toujours possible, pour les raisons matérielles évoquées à plusieurs reprises. On s'efforcera donc de choisir la technique qui paraît la mieux adaptée au problème que l'on désire étudier.

IV. VUE D'ENSEMBLE SUR LES PRINCIPAUX CHAMPIGNONS DE L'ATMOSPHERE.

Afin de rendre comparables les conclusions des différents auteurs, il importe d'examiner attentivement les méthodes utilisées, ainsi que le mode d'expression des résultats, du moins lorsque ces précisions figurent dans les publications. C'est pourquoi nous avons cru utile d'indiquer pour chaque Champignon et pour chaque auteur, le maximum possible de renseignements techniques, ce qui entraîne inévitablement des répétitions. Nous indiquerons donc successivement :

1°. la méthode de prélèvement, celle-ci étant soit *gravimétrique* (sur lame ou sur milieu de culture ; la plupart des auteurs utilisant pour les cultures des boîtes de Petri de 10 cm de diamètre, la longueur de celui-ci ne sera indiquée que si elle est différente de cette valeur), soit *volumétrique* (par aspiration sur lames ou combinée aux cultures).

2°. la nature du milieu de culture, en indiquant s'il est sélectif ou non.

3°. le lieu des prélèvements (pays, régions), en précisant si le prélèvement se fait en milieu rural ou urbain.

4°. la durée des prélèvements : on indique si ceux-ci ont été continus (24 h sur 24), à quelle heure se fait le changement de milieu et, dans le cas de prélèvement discontinu, leur durée et l'heure à laquelle on les effectue. La durée totale des prélèvements est obtenue en multipliant la durée de chacun d'eux par leur nombre. Ce paramètre, qui est très important

pour des comparaisons quantitatives, ne peut malheureusement pas toujours être retrouvé dans les publications.

5°. la période des prélèvements, c'est-à-dire l'année ou les années de travail et, éventuellement, la période de l'année concernée.

6°. chaque fois que cela est possible, la nature du total qui sert de base au calcul des résultats globaux. Ceux-ci peuvent en effet être calculés par rapport à 4 sortes de colonies de micro-organismes, que nous désignerons par les chiffres 1, 2, 3 et 4.

1- Colonies de Champignons à mycélium filamenteux (moisissures),
2- Colonies de Champignons unicellulaires (levures),
3- Colonies d'Actinomycètes (avec les genres *Actinomyces*, *Streptomyces*, etc...) qui, pour le systématicien, ne sont pas des Champignons mais des Bactéries,
4- Colonies de Bactéries typiques (Eubactéries).

Selon la nature du milieu utilisé par les auteurs, et aussi selon le cadre de travail qu'ils se sont fixé, on trouvera donc une ou plusieurs de ces quatre sortes de colonies.

7°. les variations saisonnières et, s'il y a lieu, leurs relations avec les conditions météorologiques ou botaniques locales.

ALTERNARIA - STEMPHYLIUM.

Les *Alternaria* sont très souvent des parasites des végétaux mais on les rencontre aussi à l'état saprophytique. Ils sont caractérisés par des spores pluricellulaires de grande taille (de l'ordre de 30 à 120 microns), très variables quant à leur forme et la disposition des cloisons.

Les *Stemphylium*, saprophytes très répandus, sont très voisins des *Alternaria* et leur sont même rattachés à la suite des travaux de PASTEUR-VALLERY-RADOT, SEGRETAIN, HALPERN, DOMART (1951). WILTSHIRE (1929) a observé les passages des *Alternaria* aux *Stemphylium* et inversement. Le même phénomène a été observé par BRETT en 1931.

Leurs spores sont également pluricellulaires, mais muriformes, et ne possèdent pas de bec, contrairement à celles des *Alternaria*.

Selon CHARPIN (1968) les *Alternaria* sont particulièrement abondants dans les régions de cultures céréalières, le chaume qui reste dans les champs après les moissons constituant un bon substrat pour eux. Ils sont presque absents en altitude.

Dans les statistiques d'aéromycologie, certains auteurs ne considèrent que les *Alternaria*, d'autres distinguent les deux genres, d'autres enfin ne retiennent qu'un seul groupe (*Alternaria-Stemphylium*).

Comme le montrent les statistiques qui suivent, ces Champignons sont des espèces plutôt estivales.

EN FRANCE :

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO E., LAURIOL et RENARD (1965) : (*Alternaria-Stemphylium*)

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Marseille ville; Prélèvement discontinu, quotidien, de 10 minutes, à heure fixe (non précisée)= 182 heures, de 1962 à 1965.

Alternaria 6,08 %
Stemphylium 0,90 % } 1 + 2 + 3 + 4.

Périodicité saisonnière nette de mai à novembre, avec un maximum en juillet, quelquefois même deux pics : l'un en juin-juillet, l'autre en septembre.

- Méthode gravimétrique sur lames (méthode de DURHAM) :

Paris	1964-1965	2,8 %
Lyon	1964-1965	3,2 %
Marseille	1963-1964-1965	10,5 %
Briançon	1963-1965	2,8 %

Alternaria est beaucoup plus abondant à Marseille que dans les trois autres villes. A Paris et à Lyon, les spores deviennent abondantes à partir de juin. On observe un pic en juillet-août, suivi d'une diminution en septembre, octobre et novembre. Le minimum se situe en janvier-février.

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu sélectif au chloramphénicol (antibactérien) Paris, toit de l'Institut Pasteur ; prélèvement discontinu, quotidien de 10 min. 122 heures, 1966 et 1967 ; 23,9 % (1+2).

- Méthode gravimétrique sur lames enduites de gélatine glycérinée : 4,75 %.

GOURMEL M., BAUTE M-A., BAUTE R. et CANELLAS J. (1970) :

(*Alternaria + Stemphylium*).

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Pau, sur terrasse du Centre de Recherches de Bioclimatologie, à 25 mètres du sol; prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. à 9 h TU pendant 10 ans, de 1959 à 1968 inclus = 608 heures 20 min. : 3,5 % (1+2) maximum de l'apport de juin à octobre.

PASTEUR-VALLERY-RADOT, HALPERN, SEGRETAIN et DOMART (1950)

(*Alternaria - Stemphylium*)

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé, probablement non sélectif ; Paris, de février 1948 à janvier 1949 inclus : 12,5 % ; (1+2+3+4).

VALLA T., DIDILLON P., MICHEL-BRUN J., ISOARD P., COUDERT J. et FONTANGES R. (1969) : (*Alternaria*).

- Aspiration + culture sur milieu sélectif ; Lyon, au Sud Est de la ville sur une terrasse du Centre de Recherches du Service de Santé des Armées, toutes les heures de 17 heures à 23 heures, pendant 52 semaines consécutives, de 1966 à 1967 = 2.190 heures : 7,6 % (1).

A L'ETRANGER :

CHABERT (1969) (*Alternaria, Stemphylium*) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; Maroc (Rabat) en deux points distants de 5 km et à 10m du sol (milieu urbain et rural) ; prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. au début de l'après-midi = 152 h, de janvier 1963 à juin 1965, 810 boîtes (1+2+3+4).

Alternaria : 6,4 % présent en toute saison,

Stemphylium : 2 %, présent plutôt l'hiver que l'été ; par méthode volumétrique d'avril 1964 à décembre 1965, les résultats des deux méthodes ont pu être superposés.

FLENSBORG et SAMSOE-JENSEN (1950) - : (*Alternaria*)

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé; Danemark (Copenhague) ; 2,6 % (1+2+3+4) ; en faible quantité sauf en août et septembre.

FRANKLAND (1965) :

- Méthode volumétrique sur lames (HIRST); Grande-Bretagne (Londres) 100 spores par m^3 ; présence de juin en septembre, les premières manifestations cliniques apparaissent pour 50 spores par m^3.

GREGORY et HIRST (1962) :

- Aspiration et volumétrie sur lames ; Grande-Bretagne (Rothamsted) au-dessus d'un champ cultivé ; prélèvement continu, du 1er juin au 25 octobre 1952, 1,20 % (1+2).

JIMENEZ-DIAZ (1963) :

- Méthode non précisée ; Espagne (Madrid et côte espagnole) ; 2,10 % (levures comprises).

NILSBY (1949) :

- Méthode non précisée ; Suède (Orébro): 0,6 %.

VOLTERRANI et TOSCO (1957) :

- Culture sur milieu non précisé ; Italie (Turin), 1953 : 11,5 % (1+2+3+4).

ASPERGILLUS.

Les *Aspergillus* sont des moisissures vivant le plus souvent en saprophytes sur des substrats variés. Certains sont parasites et peuvent jouer un rôle en pathologie humaine. Les *Aspergillus* produisent de très nombreuses conidies, de très petite taille (2 à 5 microns),

disposées sur des appareils conidifères d'aspect très caractéristique.

Au contraire les spores n'ont rien de particulier et, notamment, ne peuvent être différenciées de celles de *Penicillium*. L'identification certaine des *Aspergillus* exige donc leur culture.

Considéré par CHARPIN comme l'un des "quatre grands" de l'atmosphère avec *Cladosporium*, *Alternaria* et *Penicillium*, le genre *Aspergillus* n'intervient au contraire qu'en faible proportion dans d'autres statistiques, comme celles de GOURMEL, BAUTE et CANELLAS.

Perannuel pour la plupart des auteurs, il manifeste parfois des variations saisonnières de peu d'amplitude. Les *Aspergillus* se rencontrent fréquemment à l'intérieur des habitations humides.

EN FRANCE :

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO E., LAURIOL et RENARD (1965) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Marseille, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. à heure fixe = 182 heures ; du 1er novembre 1962 au 30 octobre 1965 : 1,90 % (1+2+3+4).

- Méthode gravimétrique sur lames (méthode de DURHAM) :

Paris	1964-1965	1,8 %
Lyon	1964-1965	3,1 %
Marseille	1963 -1964-1965	4,9 %
Briançon	1963-1965	3,3 %

Avec cette technique, les genres *Aspergillus* et *Penicillium* sont confondus car, sur lames, leurs spores sont impossibles à différencier; ils sont perannuels, mais abondants surtout à l'intérieur des maisons.

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu sélectif au chloramphénicol (antibactérien); toit de l'Institut Pasteur de Paris, prélèvement discontinu quotidien, de 10min.= 122 heures, en 1966 et 1967 : 8,45 % (1+2+4).

- Méthode gravimétrique sur lames enduites de gélatine glycérinée ; au même endroit ; 24 heures : 4,65 % ; *Penicillium* et *Aspergillus* indissociables.

GOURMEL M., BAUTE M-A., BAUTE R., CANELLAS J. (1970) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Pau,sur terrasse du Centre de Recherches de Bioclimatologie, à 25 m. du sol ; prélèvement discontinu, quotidien de 10 min. à 9 heures TU pendant 10 ans, de 1959 à 1968 inclus = 608 heures 20 min. : 1,7 % (1+2);rare l'été (en juillet);apport moyen en hiver.

PASTEUR-VALLERY-RADOT, HALPERN, SEGRETAIN et DOMART (1950) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu probablement non sélectif ; Paris, de février 1948 à janvier 1949 inclus ; 2,9 % (1+2+3+4).

VALLA T., DIDILLON P., MICHEL-BRUN J., ISOARD P., COUDERT J. et FONTANGES R. (1969) :

- Aspiration + culture sur milieu sélectif ; Lyon au Sud Est de la ville sur terrasse du Centre de Recherches du Service de Santé des Armées, toutes les heures de 17 h à 23 heures, pendant 52 semaines consécutives, de 1966 à 1967 = 2.190 heures : 19 % (1).

A L'ETRANGER :

ADAMS (1964) :

- Méthode volumétrique sur lames (HIRST) ; Grande-Bretagne (Cardiff) ; 24 heures, du 1er janvier 1958 au 31 décembre 1961 ;3,6 %.

BARLOW (1963) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé ; Canada (Ontario) ville et campagne ; prélèvement quotidien de 2 min, deux fois par mois, de mai 1961 en avril 1962; 1,1 % (1+2+3+4).

CHABERT (1966) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Maroc (Rabat) ; en deux points distants de 5 km et à 10 m. du sol (milieu urbain et rural) ; prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. au début de l'après-midi = 152 heures, de janvier 1963 à juin 1965 ; 810 boîtes : 2,44 % (1+2+3+4). Il existe, au niveau des espèces, une répartition saisonnière.

DWORIN (1966) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé ; Etats-Unis, Tucson (Arizona) ; 15 min.; 3 fois par semaine ; 4 lieux d'exposition : 1 à l'extérieur, 3 à l'intérieur, de mars 1964 à fin février 1965; 9,1 % (1+2+3+4).

FRANKLAND (1965).

- Méthode volumétrique sur lames ; Grande-Bretagne (Londres - ville) ;500 spores par m^3 ; perannuel.

FLENSBORG et SAMSOE-JENSEN (1950) :

- Danemark (Copenhague) ; les auteurs le trouvent seulement à l'intérieur des habitations.

HYDE (1956) :

- Culture sur milieu non précisé ; Grande Bretagne (Cardiff-ville) ;1 an, la récolte se borne à 34 souches.

JIMENEZ-DIAZ (1963) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé ; Espagne :

  Madrid..... 12,25 %
  Côte espagnole..... 21,8 % } (1+2+3+4)

VOLTERRANI ET TOSCO (1957) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé; Italie (Turin), en 1953 : 0,24 % (1+2+3+4).

BOTRYTIS.

C'est pratiquement par l'espèce *Botrytis cinerea* (forme imparfaite de *Sclerotinia Fuckeliana*) que ce genre est représenté dans les statistiques d'aéromycologie. Saprophyte sur des substrats divers, c'est aussi un parasite de nombreux végétaux. Il n'est jamais très abondant, et se rencontre surtout en été et en automne, sauf exception (CHABERT).

Identifiable seulement en culture, *Botrytis cinerea* est facilement reconnaissable à son mycélium cendré formé d'hyphes de gros diamètre qui produit des conidies ovoïdes disposées en grappes.

EN FRANCE :

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO E., LAURIOL et RENARD (1965) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu sélectif au chloramphénicol (antibactérien) Paris; toit de l'Institut Pasteur ; prélèvement discontinu, quotidien de 10 min. = 122 heures, 1966 et 1967 : 1,3 % (1+2).
- Méthode gravimétrique sur lames ensuites de gélatine glycérinée 1,4 %.

GOURMEL M., BAUTE M-A., BAUTE R. et CANELLAS J. (1970) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; Pau, sur terrasse du Centre de Recherches de Bioclimatologie, à 25 m du sol, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min., à 9 heures TU pendant 10 ans, de 1959 à 1968 inclus = 608 heures 20 min.; 1,4 % (1+2); très faible apport estival avec maximum de juin à septembre.

PASTEUR-VALLERY-RADOT, HALPERN, SEGRETAIN et DOMART (1950):

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé, probablement non sélectif; Paris, de février 1948 à janvier 1949 inclus: 1,2 %(1+2+3+4).

VALLA T., DIDILLON P., MICHEL-BRUN J., ISOARD P., COUDERT J. et FONTANGES R. (1969) :

- Aspiration + culture sur milieu sélectif ; Lyon au Sud-Est de la ville sur une terrasse du Centre de Recherches du Service de Santé des Armées, toutes les heures de 17 heures à 23 heures pendant 52 semaines consécutives ; de 1966 à 1967 ; 2.190 heures : 2 % (1).

A L'ETRANGER :

CHABERT (1969) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Maroc (Rabat), en deux points distants de 5 km et à 10m du sol (milieu urbain et rural), prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min., au début de l'après-midi = 152h ; de janvier 1963 à juin 1965, 810 boîtes : 0,8 % (1+2+3+4) ; saisonnier, disparaît en été, plus important dans les régions tempérées que dans les régions chaudes.

FLENSBORG et SAMSOE-JENSEN (1950) :

- au Danemark (Copenhague), pourcentage très faible presque nul.

FRANKLAND (1965) =

- Grande-Bretagne (Londres); Méthode volumétrique sur lames (Hirst); 200 spores par m^3 avec une présence de juin à octobre.

HYDE (1956) :

- Grande-Bretagne (Cardiff); 69 colonies par an, avec un maximum en automne.

VOLTERRANI et TOSCO (1957) :

- culture sur milieu non précisé ; Italie (Turin), en 1953 : 4,5 % (1+2+3+4).

VAN DER WERFF (1958) :

- le signale assez fréquemment à l'intérieur des habitations.

CLADOSPORIUM.

Vivant en saprophytes sur de très nombreux végétaux, les *Cladosporium* viennent en tête dans presque toutes les statistiques d'aéromycologie.

Cladosporium sera considéré ici comme synonyme d'*Hormodendron*, terme qui continue d'être utilisé par divers auteurs, bien que les mycologues s'accordent à ne plus reconnaître la distinction qui avait été faite.

Les spores de *Cladosporium* sont polymorphes, unicellulaires ou pourvues d'une ou deux cloisons et de dimensions variables (7 à 22 microns). Elles sont néanmoins assez faciles à reconnaître sur lames.

Dans l'ensemble, les *Cladosporium* présentent une nette prédominance estivale.

EN FRANCE.

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO E., LAURIOL et RENARD (1965) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; Marseille, ville, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. à heure fixe (non précisée) = 182 heures, pendant 3 ans, de 1962 à 1965 : 36,5 % (1+2+3+4).

- Méthode gravimétrique sur lames (méthode de DURHAM) :

Paris	1964-1965	58,4 %
Lyon	1964-1965	55 %
Marseille	1963-1964-1965	52,2 %
Briançon	1963-1965	59,2 %

spores perannuelles; nombre restreint en hiver, avec un pic en juin-juillet-août, puis diminution en septembre-octobre-novembre; Champignon nettement dominant dans l'atmosphère ; rôle clinique majeur.

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu sélectif au chloramphénicol (antibactérien) ;toit de l'Institut Pasteur, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min.=122h, de 1966 à 1967; 11,4 % (1+2).

- Méthode gravimétrique sur lames enduites de gélatine glycérinée ; prélèvement continu : 86,1 %.

GOURMEL M., BAUTE M-A., BAUTE R. et CANELLAS J. (1970) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; sur terrasse du Centre de Recherches de Bioclimatologie, à 25 m du sol, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min ; à 9 heures TU pendant 10 ans, de 1959 à 1968 inclus = 608 heures 20 min. : 22,9 % (1+2) ; on note un rythme saisonnier, avec début en mai et pic en juillet août.

PASTEUR-VALLERY-RADOT, HALPERN, SEGRETAIN et DOMART (1950) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé; supposé non sélectif, Paris, de février 1948 à janvier 1949 : 36,8 % (1+2+3+4).

VALLA T. DIDILLON P., MICHEL-BRUN J., ISOARD P., COUDERT J. et FONTANGES R. (1969) :

- Aspiration + culture sur milieu sélectif, au Sud-Est de la ville sur terrasse du Centre de Recherches du Service de Santé des Armées, toutes les heures de 17 heures à 23 heures pendant 52 semaines consécutives, de 1966 à 1967 = 2.190 heures : 22,3 % (1).

A L'ETRANGER.

CHABERT (1966) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; (Rabat), en deux points distants de 5 km et à 10 m. du sol (milieu urbain et rural), prélèvement discontinu quotidien, de 10 min., au début de l'après-midi = 152 h , de janvier 1963 à juin 1965 = 810 boîtes : 40 % (1+2+3+4). A Rabat, les variations saisonnières sont faibles : 7 espèces différentes sont rencontrées dans l'air de Rabat.

FLENSBORG et SAMSOE-JENSEN (1950) :

- Culture sur milieu probablement non sélectif, Danemark (Copenhague), sur deux ans : 72,4 % (1+2+3+4).

GREGORY et HIRST (1957) :

- Aspiration et volumétrie sur lames ; (Rothamsted), au-dessus d'un champ cultivé, à 2 m. au-dessus du sol, prélèvement continu, du 1er juin au 25 octobre 1952 ; 46 % (1+2).

HAMILTON (1963)

- Sur lames ; Grande-Bretagne (Londres) : 37 %.

HYDE (1956) :

- Sur lames ; (Cardiff) : 51,6 %.

JIMENEZ-DIAZ (1963) :

- Culture sur milieu probablement non sélectif ;(Madrid et Côte espagnole) : 69 % et 52,4 % (1+2+3+4).

NILSBY (1949) :

- Méthode non précisée ;(Orebro) : 68 %.

VOLTERRANO et TOSCO (1957) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu probablement non sélectif ;(Turin), en 1953 ; 45 % (1+2+3+4).

EPICOCCUM.

Si l'on excepte quelques rares récoltes d'*Epicoccum andropogonis* (anciennement nommé *Cerebella andropogonis*) c'est par l'espèce *Epicoccum nigrum* que le genre se rencontre dans les statistiques.

A la suite des travaux de SCHOL-SCHWARZ (1959) cette dénomination regroupe une soixantaine d'"espèces" antérieurement décrites, qui doivent être considérées comme synonymes.

Ce Champignon, saprophyte sur de nombreuses plantes, est aisé à reconnaître, aussi bien en culture (en raison de la pigmentation jaune orangé de son mycélium) que sur lames, par suite de l'aspect caractéristique de ses spores brunes, pluricellulaires, à surface verruqueuse

et munies d'une cellule basale caractéristique. Leur dimension est variable (en moyenne 25 à 30 microns).

Faiblement représenté dans la plupart des statistiques, il se distingue au contraire par son importance relative à Turin et à Pau.

Le maximum d'apport se situe en période estivale-automnale, à Pau, il a été possible de le rattacher à l'état de dessiccation du maïs, abondant dans la région, qui constitue un substrat favorable au développement du Champignon.

EN FRANCE :

BAUTE et CANELLAS (1957) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu sélectif (au rose bengale et streptomycine), 1957, terrasse du Laboratoire de Botanique de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux, prélèvement discontinu, quotidien de 10 min. à 9 heures TU = 60 heures : 2,1 % (1+2), rare au printemps, maximum en juillet.

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO, LAURIOL et RENARD. (1965) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Marseille ville, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. pendant 3 ans, du 1er novembre 1962 au 31 octobre 1965 = 182 heures : 1,24 % (1+2+3+4).

- Méthode gravimétrique sur lames (méthode de DURHAM) :
  Paris.....1964-1965..... 0,9 %
  Lyon .....1964-1965..... 2,1 %
  Marseille.....1963-1964-1965..... 1,6 %
  Briançon .....1963-1965..... 0,3 %

à Marseille ce champignon est perannuel, avec un maximum s'étalant sur les mois d'été.

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu sélectif au chloramphénicol, toit de l'Institut Pasteur, prélèvement discontinu, quotidien de 10 min. = 122 heures, 1966 et 1967 : 2,4 % (1+2).

- Méthode gravimétrique sur lames enduites de gélatine glycérinée ; 24 heures : 1,2 %.

GOURMEL M., BAUTE M-A., BAUTE R. et CANELLAS J. (1) (1970).

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Pau, sur terrasse du Centre de Recherches de Bioclimatologie, à 25 m. du sol, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. à 9 heures TU pendant 10 ans, de 1959 à 1968 inclus ; 608 heures 20 min. : 15,2 % (1+2), apport principal de juillet à novembre, un pic en octobre lié à la dessiccation du maïs.

VALLA T., DIDILLON P., MICHEL-BRUN J., ISOARD P., COUDERT J. et FONTANGES R. (1969) :

- Aspiration + culture sur milieu sélectif ; Lyon, au Sud-Est de la ville, sur terrasse du Centre de Recherche du Service de Santé des Armées, toutes les heures de 17 h à 23 heures, pendant 52 semaines consécutives, de 1966 à 1967 ; 2.190 heures : 2,7 % (1).

PASTEUR-VALLERY-RADOT, HALPERN, SEGRETAIN et DOMART (1950)

Dans leurs travaux de 1948, n'en ont pas trouvé à Paris.

A L'ETRANGER :

CHABERT :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; (Rabat), en deux points distants de 5 km et à 10 m. du sol (milieu urbain et rural), prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. au début de l'après-midi = 152 h., de janvier 1963 à juin 1963, 810 boîtes:0,34 % (1+2+3+4); le maximum s'observe en été et en automne.
- Méthode volumétrique sur lames (HIRST); Maroc (Rabat) en deux points distants de 5 km et à environ 10 m. du sol, 24 heures, 1 ou 2 jours par semaine, avril 1964 à juin 1965; 10 spores par m^3.

(1) Cette publication reprend et complète des publications antérieures sur le même sujet (1970).

VOLTERRANI et TOSCO (1957) :

- Méthode gravimétrique + culture probablement sur milieu non sélectif ; Italie (Turin), en 1953 ; 16,6 % (1+2+3+4).

LEVURES.

Ces Champignons unicellulaires ne peuvent être détectés que par la méthode des cultures ; ils se manifestent sous l'aspect de colonies non filamenteuses, souvent crémeuses, ressemblant plus ou moins à des colonies bactériennes. On en connaît un grand nombre d'espèces, impossibles à différencier par le seul examen microscopique, ce qui explique que les statistiques d'aéromycologie les envisagent globalement.

Les Levures sont fréquentes dans l'atmosphère et interviennent pour des proportions importantes dans les statistiques, sauf exception. Leur répartition saisonnière paraît assez irrégulière.

EN FRANCE :

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO E., LAURIOL et RENARD (1965) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Marseille-ville, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. = 182 heures, de 1962 à 1965 : 25,47 % (1+2+3+4) ; en 1963-1964, on les rencontre toute l'année avec une raréfaction en été.
- Méthode gravimétrique + culture sur milieu sélectif au chloramphénicol (antibactérien) ; Paris, toit de l'Institut Pasteur, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. = 122 heures, 1966 et 1967 : 12 % (1+2).

GOURMEL M., BAUTE M-A., BAUTE R., CANELLAS J. (1970) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Pau, sur terrasse du Centre de Recherches de Bioclimatologie à 25 m. du sol, prélèvement discontinu, quotidien de 10 min. à 9 heures TU pendant 10 ans, de 1959 à 1968 inclus = 608 heures 20 minutes : 17,6 % (1+2); toute l'année, avec un plus gros apport pendant les mois chauds, pic en août.

PASTEUR-VALLERY-RADOT, HALPERN, SEGRETAIN et DOMART (1950) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé ; Paris, de février 1948 à janvier 1949 inclus; 22,8 % (1+2+3+4); maximum absolu en été.

A L'ETRANGER :

CHABERT (1969) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; Maroc (Rabat), en deux points distants de 5 km et à 10m. du sol (milieu urbain et rural), prélèvement discontinu quotidien, de 10 min. au début de l'après-midi= 152 h., de janvier 1963 à juin 1965, 810 boîtes : 17,9 % (1+2+3+4)

FLENSBORG et SAMSOE-JENSEN (1950) :

- Culture sur milieu non précisé, Danemark (Copenhague) :2,5%.

JIMENEZ-DIAZ (1963) :

- Culture sur milieu non précisé ; Espagne :

Madrid ville	12,47 %	(1+2+3+4)
Côte espagnole	17,64 %	

NILSBY (1949) :

- Culture sur milieu non précisé ; Suède (Orebro);3,6 % ;

PASSARELLI (cité in CHARPIN) :

- Culture sur milieu non précisé ; Brésil (Rio de Janeiro) : 30,2 %.

RIPE (1962) :

- Culture sur milieu non précisé ; Suède (Stockholm);même par temps de neige, 2 pics : au printemps et en automne.

VOLTERRANI et TOSCO (1957) :

- Culture sur milieu non précisé ; Italie (Turin-ville), 1953; 1,2 % (1+2+3+4).

PENICILLIUM.

Moisissures extrêmement répandues à l'état saprophytique, les *Penicillium* produisent de très nombreuses conidies de petite taille, impossibles à différencier de celles des *Aspergillus*, comme il a été dit plus haut. La culture, indispensable à leur identification, fait apparaître l'appareil conidifère en pinceau très caractéristique du genre.

Dans les statistiques d'aéromycologie, les *Penicillium* se caractérisent par leur régularité, plutôt que par leur abondance relative. Ils semblent assez indifférents aux variations climatiques saisonnières. On les rencontre en assez grande quantité à l'intérieur des habitations.

EN FRANCE :

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO E., LAURIOL et RENARD (1965) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; Marseille ville, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. à heure fixe, (non précisée)= 182 heures, du 1er novembre 1962 au 31 octobre 1965 : 7,29 % (1+2+3+4).

- Méthode gravimétrique sur lames (méthode de DURHAM) :
  Paris ..... 1964-1965..... 1,8 %
  Lyon ..... 1964-1965..... 3,1 %
  Marseille..... 1963-1964-1965..... 4,9 %
  Briançon ..... 1963-1965..... 3,3 %

(impossibilité sur lames de distinguer les spores d'*Aspergillus* des spores de *Penicillium*

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu sélectif au chloramphénicol (antibactérien); Paris, toit de l'Institut Pasteur, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. = 122 heures, 1966 et 1967. : 12 % (1+2).

- Méthode gravimétrique sur lames enduites de gélatine glycérinée (méthode de DURHAM), prélèvement continu de 24 heures : 4,65 %.

GOURMEL M., BAUTE M-A., BAUTE R., CANELLAS J.

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; Pau, sur terrasse du Centre de Recherches de Bioclimatologie, à 25 m. du sol, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. à 9 heures TU pendant 10 ans, de 1959 à 1968 inclus= 608 heures 20 min. : 3,1 % (1+2), apport moyen toute l'année.

PASTEUR-VALLERY-RADOT, HALPERN, SEGRETAIN et DOMART (1950) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé; Paris, de février 1948 à janvier 1949 inclus; 6,6 % (1+2+3+4), abondance plus grande en hiver.

VALLA T., DIDILLON P., MICHEL-BRUN J., ISOARD P., COUDERT J. et FONTANGES R. (1969) :

- Aspiration + culture sur milieu sélectif; Lyon au Sud-Est de la ville sur terrasse du Centre de Recherches du Service des Armées, toutes les heures de 17 heures à 23 heures: pendant 52 semaines consécutives, de 1966 à 1967 = 2.190 heures, 2,8 % (1).

A L'ETRANGER.

CHABERT (1969) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif ; Maroc (Rabat), en deux points distants de 5 km et à 10m du sol (milieu urbain et rural),prélèvement discontinu quotidien, de 10 min. au début de l'après-midi = 152 h, de janvier 1963 à juin 1965, 810 boîtes,6 à 7 % des cultures (1+2+3+4),pas forcément hivernal, leur présence est liée à la période d'apparition des oranges sur le marché.

CONANT (1935) :

- Recherche à l'intérieur des maisons par culture sur milieu non précisé, trouvé 20 fois sur 50 cultures réalisées à partir de matelas.

FEINBERG (1944) :

- Méthode non précisée, Etats-Unis (Chicago) : 11 %.

FLENSBORG et SAMSOE-JENSEN (1950) :
- Méthode non précisée; Danemark (Copenhague) : 9,2 % à l'extérieur ; 59,2 % à l'intérieur.

HYDE (1956) :
- Méthode non précisée ; Grande-Bretagne (Cardiff) : 12,7%.

JIMENEZ-DIAZ (1963) :

- Méthode non précisée, Espagne (Madrid et Côte espagnole) : 87,1 % à l'intérieur, 12,25 % à l'extérieur.

NILSBY (1949) :

- Méthode non précisée ; Suède (Orebro) : 11 % à l'extérieur, 43 % à l'intérieur.

VOLTERRANI et TOSCO (1957) :

- Culture sur milieu non précisé ; Italie (Turin), 1953: 9,4 % (1+2+3+4).

PHOMA.

Plutôt qu'un genre, ce terme désigne actuellement des stades imparfaits de divers Ascomycètes saprophytes ou parasites, caractérisés par la présence de pycnides, productrices des pycnidiospores, qui n'ont rien de caractéristique. C'est dire que les cultures sont indispensables à leur identification.

Les *Phoma* ne sont jamais très abondants dans l'atmosphère et paraissent favorisés par l'humidité de celle-ci.

EN FRANCE.

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO E., LAURIOL et RENARD (1965).

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu sélectif au chloramphénicol (antibactérien); Paris, toit de l'Institut Pasteur, prélèvement discontinu, quotidien, de 10 min. = 122 h. 1966 et 1967 : 4,3 % (1+2); perannuel, mais la densité est surtout en rapport avec l'humidité atmosphérique.

GOURMEL M., BAUTE M-A., BAUTE R., CANELLAS J. (1970) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; Pau, sur terrasse du Centre de Recherches de Bioclimatologie, à 25 m. du sol, prélèvement discontinu, quotidien de 10 min., à 9 heures TU, pendant 10 ans, de 1959 à 1968 inclus = 608 heures 20 minutes : 9,2 % (1+2), perannuel avec apport maximum en novembre, en octobre on observe une chute de la courbe, que l'on est tenté de rattacher à la clémence de l'arrière-saison paloise.

PASTEUR-VALLERY-RADOT, HALPERN, SEGRETAIN et DOMART (1950) :

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non précisé probablement non sélectif; Paris, de février 1948 à janvier 1949 inclus; 5,6 % (1+2+3+4).

VALLA T., DIDILLON P., MICHEL-BRUN J., ISOARD P., COUDERT J. et FONTANGES R. (1969) :

- Aspiration + culture sur milieu sélectif; Lyon, au Sud-Est de la ville sur terrasse du Centre de Recherches du Service de Santé des Armées, toutes les heures de 17 h à 23 heures, pendant 52 semaines consécutives, de 1966 à 1967 = 2.190 heures : 1,17 % (1)

A L'ETRANGER.

CHABERT (1969)

- Méthode gravimétrique + culture sur milieu non sélectif; Maroc (Rabat),en deux points distants de 5 km et à 10 m. du sol (milieu urbain et rural) prélèvement discontinu quotidien, de 10 min. au début de l'après-midi = 152 h, de janvier 1963 à juin 1965, 810 boîtes : 1,4 % (1+2+3+4).

FEINBERG (1944) :

- Méthode non précisée; Etats-Unis (Chicago) : 0,4 %.

FLENSBORG et SAMSOE-JENSEN (1950) =

- Culture sur milieu non précisé; Danemark (Copenhague, 2 ans: 1,5 %,de mars à octobre ; 1 pic en août .

VOLTERRANI et TOSCO (1957) :

- Méthode non précisée ; Italie (Turin) n'en trouvent pas.

UREDINALES ET USTILAGINALES.

Ces Basidiomycètes inférieurs, responsables de mycoses des végétaux cultivés, céréales en particulier (Rouilles, Caries et Charbons) se caractérisent pour le chercheur en aéromycologie par une propriété commune négative : celle d'être incultivables.

Heureusement l'aspect caractéristique de leurs spores permet de les identifier par la méthode des lames, seule possible dans leur cas.

La présence de ces spores dans l'atmosphère coïncide avec la période de végétation des céréales.

EN FRANCE :

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO E., LAURIOL et RENARD (1965) :

- Méthode gravimétrique sur lames (méthode de DURHAM) :

		Rouilles	*Ustilago*
Paris	1964-1965	0,5%	19,8 %
Lyon	1964-1965	2,1%	15,4 %
Marseille	1963-1964-1965	2,5%	3,5 %
Briançon	1963-1965	1,2%	7,7 %

saisonnier, estival.

PASTEUR-VALLERY-RADOT, HALPERN, SEGRETAIN et DOMART (1950) :

- Sur lames ; Paris de février 1948 à janvier 1949 inclus : 20 % d'*Ustilago*, abondance due à la proximité de la Beauce et de la Brie (culture de maïs).

A L'ETRANGER.

CHABERT (1969) :

- Méthode volumétrique sur lames (HIRST);Maroc (Rabat), en deux points distants de 1 km à 14 m. du sol, 24 heures, 1 ou 2 jours par semaine d'avril 1964 à juin 1965:8,27 %.

Chapitre III

RELATIONS ENTRE CERTAINS FACTEURS CLIMATIQUES ET LES RECOLTES DE CLADOSPORIUM ET D'EPICOCCUM

L'examen des données sur les micro-organismes recueillies au Centre de Recherches de Bioclimatologie de Pau, fait apparaître très rapidement que les micro-organismes observés peuvent se répartir en deux groupes si l'on prend, comme critère de différenciation, les amplitudes de la variation des moyennes mensuelles de l'espèce considérée.

Certaines espèces présentent en effet une variation saisonnière très organisée, d'autres en revanche ont tous les aspects d'une variable strictement aléatoire.

Dans la première catégorie nous pouvons ranger *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Phoma*, Levures. Dans l'autre, les *Aspergillus*, Bactéries, *Penicillium*.

Pour préciser ce point, la figure 1 ci-après montre la différence qui peut exister dans les variations mensuelles de ces deux types.

La courbe I - *Penicillium* - ne présente pas d'organisation caractérisée, alors que la courbe II - *Cladosporium*, avec un minimum en février et un maximum en juillet, renforcés par une amplitude très nette entre ces deux extrêmes présente tous les aspects d'une variable à fluctuation saisonnière très marquée.

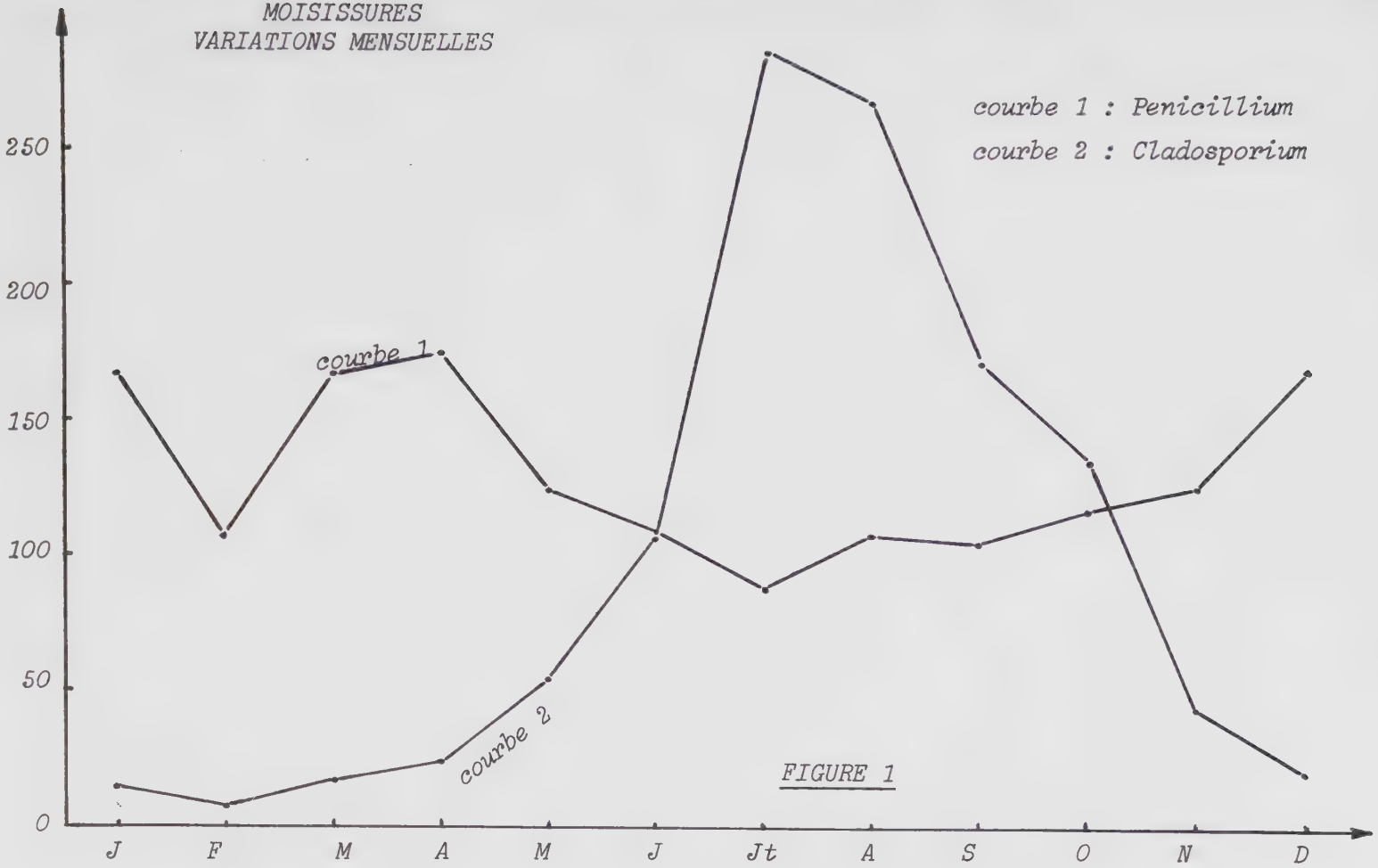
MOISISSURES
VARIATIONS MENSUELLES
courbe 1 : Penicillium
courbe 2 : Cladosporium
250
200
150
100
50
0
courbe 1
courbe 2
J
F
M
A
M
J
Jt
A
S
O
N
D

FIGURE 1

Il est donc immédiat de tenter de rattacher ces fluctuations aux variations des facteurs météorologiques qui conditionnent l'environnement.

Pour tester l'influence éventuelle des paramètres météorologiques sur les micro-organismes nous avons choisi :

- température moyenne, durée des précipitations, durée d'insolation (pour les éléments météorologiques),
- nombre total de colonies développées sur milieu de culture gélosé (méthode gravimétrique sur boîte de Petri) pour les genres *Cladosporium* et *Epicoccum*.

Ces deux genres (1) de Champignons ont été choisis parmi les micro-organismes pour deux raisons :

- ils présentent des variations saisonnières nettes,
- ils sont particulièrement abondants dans l'atmosphère paloise.

Ce sont les valeurs *mensuelles* de ces divers paramètres qui sont étudiées et le tableau (fig. 2) ci-après représente l'ensemble des valeurs numériques prises en compte dans la recherche des corrélations éventuelles.

Ces données se présentent donc sous la forme d'un tableau à 120 lignes et 6 colonnes. Nous avons ainsi successivement :

1°. col. : la température moyenne mensuelle en dixièmes de degré,

2°. col. : la durée mensuelle des précipitations en dixièmes d'heure,

3°. col. : la durée mensuelle de l'insolation en dixièmes d'heure,

4°. col. : le total mensuel des micro-organismes recueillis,

5°. col. : le total mensuel des colonies de *Cladosporium*,

6°. col. : le total mensuel des colonies d'*Epicoccum*.

(1) rappelons (voir p. 41) qu'en ce qui concerne les Epicoccum, il s'agit en pratique de l'espèce E. nigrum.

TEMPE.	PRECI.	INSOL.	TOT.	CLAD.	EPIC.
68	954	1334	690	17	6
65	121	1663	619	11	3
105	1159	1729	524	32	6
117	1123	1918	975	18	7
147	984	1765	848	105	12
179	753	2350	1812	233	65
206	336	2441	798	229	101
196	338	2627	597	184	116
184	966	1540	712	115	77
141	873	1744	642	104	149
82	1243	1029	511	23	16
85	2049	481	647	20	6
59	1025	885	522	13	3
82	788	1221	617	13	5
105	1120	1807	592	15	4
109	403	1874	590	39	2
161	553	2560	848	131	9
187	654	2297	879	152	63
180	747	1752	724	212	48
187	499	2471	810	131	243
162	929	1754	852	90	124
122	1552	1195	747	79	164
103	1548	1122	939	46	77
48	2292	538	683	24	7
59	1789	665	398	8	1
99	733	1641	754	18	2
101	56	2786	943	26	3
136	1162	1887	897	107	6
151	541	2445	715	153	8
182	748	1935	626	170	32
193	700	2123	760	187	47
187	412	1938	722	134	69
198	573	2031	956	211	242
142	884	1566	870	155	225
83	1283	1128	669	60	38
88	647	1426	531	24	16
71	1198	1145	532	28	4
52	1198	985	476	10	6
72	1302	1265	629	35	3
113	1180	1938	357	27	6

TEMPE.	*PRECI.*	*INSOL.*	*TOT.*	*CLAD.*	*EPIC.*
138	1128	1815	660	65	8
173	386	2979	849	244	32
193	451	2520	888	414	75
202	138	2586	1031	360	189
185	516	2273	1017	358	240
147	589	1568	1431	417	610
65	1209	1001	633	52	43
40	1792	856	404	29	16
29	976	1260	628	39	13
39	1121	1498	497	5	2
93	1030	1555	552	14	6
115	568	1850	398	4	4
130	466	2031	663	10	3
174	460	2096	478	17	8
199	417	1965	536	73	21
174	1082	1639	647	110	58
163	762	1628	551	66	95
139	568	1768	642	72	161
113	996	1066	651	21	118
43	660	1261	590	8	7
40	209	1409	409	1	6
72	734	961	316	0	4
86	1150	1385	318	6	7
113	886	1562	376	4	3
162	738	2360	473	5	16
178	169	2041	544	24	27
211	184	2287	884	498	114
195	347	2432	934	462	274
205	386	2310	1079	269	343
117	1049	1458	733	166	212
84	427	1040	569	92	46
47	938	1115	542	35	15
58	1332	921	505	25	3
29	377	1261	353	6	0
93	1210	1795	462	12	0
104	1570	1190	521	6	3
144	569	2172	505	4	2
171	366	1966	366	8	13
182	417	2274	466	104	27
183	593	2040	781	286	103

TEMPE.	*PRECI.*	*INSOL.*	*TOT.*	*CLAD.*	*EPIC.*
153	1249	1781	813	174	150
151	464	1785	843	115	249
97	1052	1008	650	47	126
84	2306	669	353	9	9
75	982	966	381	8	8
108	957	1080	265	2	0
74	590	1943	416	7	0
129	995	2129	530	27	1
144	763	2135	575	67	12
179	498	2283	617	219	32
179	510	1951	551	196	35
187	245	2148	848	342	70
185	255	2250	947	245	281
140	916	1033	626	92	189
71	1142	683	305	4	26
76	2189	377	352	4	3
57	902	1080	398	2	4
67	391	1170	438	4	2
99	1023	1516	350	17	2
105	530	1899	291	1	3
142	632	2411	266	2	3
166	449	2497	357	5	0
208	172	2326	781	421	69
193	266	2046	1035	482	132
171	594	1866	601	86	157
160	684	1690	893	131	444
98	1581	782	563	57	45
41	1227	370	724	51	17
66	1585	867	362	5	5
79	1102	1105	261	4	0
78	607	1128	408	1	1
119	892	1759	408	5	2
132	1174	1769	290	0	3
170	376	2192	241	2	5
193	308	2704	964	513	90
187	647	1759	601	201	88
168	850	1667	651	112	201
161	418	2139	790	42	246
102	836	921	527	25	85
66	2022	726	338	2	2

La première ligne représente les valeurs de ces six variables observées au mois de janvier 1959, la dernière ligne, les valeurs du mois de décembre 1968, la statistique reposant sur les 10 années de 1959 à 1968.

Les données météorologiques ont été fournies par la Station Météorologique de Pau. Les données mycologiques proviennent du Centre de Recherches de Bioclimatologie de Pau qui effectue des prélèvements quotidien au niveau de la tour du Casino Municipal.

Les trois variables biologiques sont considérées comme variables dépendantes, les trois variables météorologiques comme variables indépendantes.

Le programme de calcul effectué sur ordinateur 6600 (CDC) comprenait notamment :

- le calcul des coefficients de corrélation partielle,
- le calcul des coefficients de corrélation mutiple,
- l'établissement des équations de régression,
- le calcul des variances résiduelles.

Nous rappelons brièvement quelques notions élémentaires concernant ces éléments d'utilisation courante dans les calculs de corrélations :

Coefficient de corrélation :

Considérons N observations faites sur deux caractères X et Y, soit

X_1, X_2,.....X_n les N valeurs prises par la variable X

Y_1, Y_2,.....Y_n les N valeurs prises par la variable Y

$\overline{X}$, la valeur moyenne des différentes valeurs de X, $\overline{X} = \frac{\Sigma Xi}{N}$

$\overline{Y}$, ka valeur moyenne des différentes valeurs de Y, $\overline{Y} = \frac{\Sigma Yi}{N}$

soit x_1, x_2..... x_n

y_1, x_2..... y_n les valeurs successives des écarts à la moyenne de x et de y c'est-à-dire :

$x_1 = X_1 - \overline{X}, x_2 = X_2 - \overline{X}$, etc...

Appelons x_i les différentes valeurs de x et y_i les différentes valeurs de y correspondantes, pour i variant de 1 à n.

Les deux variables X et Y peuvent être soit indépendantes soit en dépendance plus ou moins élevée.

Pour apprécier le degré de liaison éventuelle entre les deux caractères X et Y,on calcule le coefficient de corrélation r :

$$r = \frac{\Sigma x_i y_i}{\sqrt{\Sigma x_i^2 \; \Sigma y_i^2}}$$

On démontre que si les deux variables X et Y sont indépendantes, le coefficient de corrélation r est nul, et que si elles sont en liaison fonctionnelle linéaire, le coefficient de corrélation r est égal à 1.

L'intensité de la liaison entre X et Y peut ainsi être mesurée par un nombre compris entre 0 et 1.

Signification :

On dit que le coefficient de corrélation r est significatif au seuil de 0,01 si l'on a moins d'une chance sur 100 d'obtenir deux échantillons de n membres ayant un coefficient de corrélation égal à r à partir de deux populations indépendantes. Autrement dit, si r est significatif au seuil de 0,01, ceci implique que la probabilité pour qu'il existe une relation de cause à effet entre les deux populations est de 0,99.

Corrélation partielle.

Dans le cas précédent, nous n'avons considéré que des populations à deux variables.

Il arrive fréquemment qu'un phénomène soit en liaison avec plusieurs variables.

Exemple : le rendement d'une récolte peut dépendre de plusieurs facteurs comme la quantité de pluie, la température, l'insolation, etc... la population à considérer comporte autant de variables que de facteurs à considérer.

Y = rendement de la récolte,
X_1= quantité de pluie,
X_2= température,
X_3= insolation, etc...

Il est intéressant de savoir quelles sont les importances relatives des différents facteurs qui peuvent influer sur le rendement, autrement dit, les intensités des corrélations Y et X_1 ou entre Y et X_2 etc. Ces corrélations sont des corrélations partielles.

Il peut de même être intéressant de connaître les corrélations partielles entre X_1 et X_2, X_1 et X_3 etc...

Régression :

Supposons fixée une certaine valeur x_i de X . soit $\overline{X}_i$ la moyenne des valeurs prises par Y lorsque $x = x_i$.

Si l'on porte sur un graphique, les valeurs de $\overline{Y}_i$ en ordonnée et celles de x_i en abcisse, les points G_i ainsi déterminés dessinent une courbe C.

Si la courbe C peut être "ajustée" correctement par une droite, on parlera alors de régression linéaire et de droite de régression. La droite de régression est tracée de telle sorte que la somme des distances des différents points par rapport à cette droite soit la plus petite possible ; cette droite de régression se calcule par la méthode des moindres carrés.

Variance résiduelle :

Il est intéressant de connaître la dispersion des points autour de la droite de régression. Une estimation de cette dispersion est fournie par la variance résiduelle S^2 donnée par la formule :

$$S^2 = \frac{1 - r^2}{n - 2} \Sigma y^2$$

A rapprocher de la formule qui donne la variance σ^2

$$\sigma^2 \frac{1}{n-1} \Sigma y^2$$

Si n est grand ($n - 1 \not\approx n - 2$) , on voit que $S^2 \not\approx \sigma^2 (1-2^2)$.

Ceci montre que S^2 sera d'autant plus petit (points peu dispersés) que r sera grand.

Corrélation multiple :

Soit Y la variable dépendante (rendement d'une récolte dans l'exemple précédent) soient X_1 , X_2..... X_n les variables indépendantes (quantité de pluie, température, insolation.... dans l'exemple précédent).

Il est possible d'écrire :

$$Y' = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots a_n X_n$$

et de calculer les coefficients a_1, a_2,.....a_n pour que les écarts Y - Y' entre les valeurs observées Y et les valeurs de la régression Y' soient les plus faibles possibles (au sens des moindres carrés), les valeurs de a_1 a_2.....a_n permettent alors de calculer un coefficient de corrélation R entre Y' d'une part et X_1, X_2 ..... X_n d'autre part ; ce coefficient porte le nom de coefficient de corrélation multiple.

En résumé, l'établissement du programme a nécessité l'utilisation des formules suivantes :

Moyenne : $\overline{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} x_k$

$i = 1,2,\ldots\ldots\ldots p$ (p = nombre de variables)
n = nombre de cas

au cours de cette application : $\begin{cases} p = 6 \\ n = 120 \end{cases}$

Matrice A $a_{ij} = \sum_{k=1}^{n} x_{ki} \cdot x_{kj}$ $\quad i, j = 1 \ldots . p$

Covariance $S_{ij} = \frac{I}{m} a_{ij}$ avec m = n-1

Variance $S_i = \sqrt{S_{ii}}$

Coefficient de corrélations $\frac{S_{ij}}{S_i \; S_j}$

Coefficient de corrélation multiple $R = \sqrt{R \; S \; S \; / a_{d\,d}}$

R S S et $a_{d\,d}$ sont donnés par des manipulations de la matrice A selon la méthode d'EFROYSEN (Cf : "Multiple Regression Analysis", Mathematical Methods for Digital Computer, Part. V, (17) - Edited by A. Ralston and H.S. Wilf, Wiley, 1960).

Le tableau ci-après résume les résultats les plus intéressants fournis par le programme. C'est la matrice des coefficients de corrélation.

RESULTATS :

1°. Tous les coefficients sont significatifs au seuil de 0,01,
2°. Pour les trois variables considérées, la température et l'insolation jouent un rôle positif, la température présentant chaque fois le coefficient de corrélation le plus élevé,
3°. La durée des précipitations est en corrélation négative avec chacune des variables étudiées.
4°. L'examen des coefficients de corrélation multiple, qui restent toujours très voisins des coefficients de corrélation partielle en fonction de la température, montre qu'il y a peu à espérer des équations de régression multiple. Une étude plus fine des variances résiduelles confirme ce fait.

DISCUSSION :

Les coefficients de corrélation obtenus pour le genre *Cladosporium* montrent que ce Champignon est particulièrement dépendant des phénomènes météorologiques. Les coefficients de corrélation sont en effet supérieurs pour

COEFFICIENTS DE CORRELATION

VARIABLES DEPENDANTES	*VARIABLES INDEPENDANTES*			
	Température moyenne	*Durée des précipitations*	*Durée de l'insolation*	*Corrélation multiple*
Total des micro-organismes	0,491	-0,273	0,410	0,493
Cladosporium	0,685	-0,438	0,528	0,692
Epicoccum	0,457	-0,253	0,222	0,528

la température moyenne, la durée de l'insolation et inférieurs pour la durée des précipitations aux coefficients correspondants obtenus pour le total des micro-organismes.

Le parallèlisme observé entre les corrélations avec la température et les corrélations avec l'insolation pouvait être attendu car la corrélation température/insolation est relativement forte : 0,779.

En revanche, dans le cas d'*Epicoccum nigrum*, si les coefficients de corrélation avec la température moyenne et la durée des précipitations restent voisins de ceux obtenus pour le total des micro-organismes, le coefficient de corrélation avec la durée de l'insolation (0,222) montre que ce facteur joue un rôle beaucoup moins important dans ce cas que pour l'ensemble des micro-organismes.

Ces résultats sont à rapprocher de ceux de GOURMEL, BAUTE et coll. (1964). Ces auteurs ont étudié empiriquement ces trois paramètres et nous rappellerons l'essentiel de leurs conclusions :

- température : les mois riches en *Epicoccum* présentent toujours des températures moyennes plus élevées que celles des mois déficitaires,
- insolation : dans l'ensemble, la durée moyenne d'insolation est plus grande dans les mois riches en *Epicoccum* mais l'influence de l'insolation semble s'atténuer à partir d'octobre,
- précipitations : seules les valeurs d'août et de septembre paraissent avoir une signification précise : une faible pluviosité favorise la présence des *Epicoccum* dans l'air, une pluviosité élevée l'atténue.

Par ailleurs, ces auteurs pensent que les facteurs météorologiques étudiés agissent beaucoup plus sur le Maïs (dont les feuilles desséchées fournissent à l'*Epicoccum* un substrat de choix) que sur le Champignon lui-même.

Nos conclusions confirment donc les résultats de GOURMEL, BAUTE et coll. mais apportent un élément nouveau : l'influence supérieure de la température par rapport à celle de l'insolation. Cette constatation apparaît remarquable mais pour le moment nous ne pouvons que signaler ce fait.

En effet, les hypothèses selon lesquelles le développement de certaines moisissures, la fructification ou l'émission des spores, favorisés par la température, seraient par contre inhibés soit par l'ensemble du rayonnement solaire soit par certaines radiations du spectre solaire, ne peuvent être actuellement émises avec une probabilité suffisante ; d'autant plus que SWAN (D.C.) et BARNETT (H.L.) (1963) travaillant, il est vrai, en laboratoire ont signalé l'influence favorisante de la lumière sur la sporulation de l'espèce *Epicoccum nigrum*.

Il est bon de rappeler les réserves faites par GOURMEL, BAUTE, et coll. (1964) "La chute d'une spore dans une boîte de Petri est l'aboutissement d'une suite complexe de phénomènes : croissance du mycélium fongique sur un substrat approprié, fructification de ce mycélium, maturation puis libération des spores, transport de celles-ci dans l'air et dépôt sur une surface circulaire de 10 centimètres de diamètre. On conçoit que ces phénomènes sont soumis à une multitude de facteurs, dont certains agissent probablement en sens inverse, favorisant telle étape au détriment de telle autre".

Quoiqu'il en soit, nous espérons que la suite de cette étude, qui conduira à déterminer les facteurs de corrélation pour d'autres genres de Champignons, apportera des précisions sur ce point et permettra de savoir si, comme on peut s'y attendre à la vue de ces résultats, il existe des moisissures pour lesquelles le rôle de l'insolation est supérieur à celui de la température.

---=---

CONCLUSIONS GENERALES

Les spores de Champignons jouent un rôle très important dans certaines affections allergiques et plus particulièrement dans l'allergie respiratoire fongique. L'étude des Champignons de l'atmosphère constitue l'aéromycologie.

Les méthodes de recherches sont maintenant très nombreuses. Les procédés de récolte se divisent en deux grands groupes : gravimétrie et aspiration (volumétrie). A ces techniques sont associés deux types de méthodes d'identification : identification des spores elles-mêmes ou identification des colonies après culture. L'étude critique de ces divers procédés montre qu'ils présentent tous un certain nombre d'imperfections qui pourraient être réduites en utilisant concurremment une méthode par culture et une méthode sur lames. Cette association étant difficilement réalisable il restera au chercheur à faire un choix de technique suivant le problème à étudier.

Après avoir passé en revue les principaux Champignons de l'atmosphère : *Alternaria-Stemphylium*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, Levures, *Penicillium*, *Phoma*, Urédinales et Ustilaginales et donné leur fréquence dans l'atmosphère, l'étude des relations entre certains facteurs climatiques et les récoltes de *Cladosporium*, d'*Epicoccum* et de l'ensemble des spores a été effectuée sur ordinateur.

Ces méthodes de calcul permettent de comparer les coefficients de corrélation obtenus pour les genres *Epicoccum* et *Cladosporium* avec ceux obtenus pour le total des spores récoltées.

C'est ainsi que le genre *Cladosporium* qui présente des coefficients de corrélation supérieurs aux coefficients du total des récoltes pour la température moyenne, la durée de l'insolation, et inférieurs pour la durée des précipitations, apparaît très dépendant de ces facteurs climatiques.

Le genre *Epicoccum* possède vis-à-vis de la température moyenne et de la durée des précipitations des coefficients de corrélation voisins de ceux du total des récoltes. Par contre vis-à-vis de l'insolation le coefficient de corrélation est bien inférieur à celui obtenu pour l'ensemble des spores. Il semble donc que la durée de l'insolation joue pour le genre *Epicoccum* un rôle moins grand que pour l'ensemble des Champignons.

La dissociation entre durée d'insolation et température moyenne qui apparaît ici nous a paru devoir être soulignée.

---=---

SERMENT

En présence des maîtres de cette École, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins je les instruirai et les soignerai sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Vu,
Le Président de l'Université de Bordeaux II :
H. BRICAUD

Vu, bon à imprimer,
Le Président de Thèse :
J.J. DUBARRY

Vu et permis d'imprimer,
Bordeaux, le 12 octobre 1971
Le Chancelier des Universités :
J. BABIN

B I B L I O G R A P H I E

ACKERMANN H.W. - La recherche des champignons de l'air par culture depuis 1940.
Rev. Canad. Biol., 1968, 27, 61.

ADAMS K.F. - Year to year in the fungus spore content of the atmosphere.
Acta allergologica, 1964, 19, 11.

AGBAYANI B.F., NORMAN Ph. S., WINKENWERDER W.L. - The incidence of allergic aspergillosis in chronic asthma.
J. Allergy, 1967, 40, 319.

ALEMANY-VALL R. - Les allergènes les plus communs dans les rhinites et asthmes.
Hosp. Munic. de Na Sa de la Esperanza, Barcelone Espagne, Maroc, méd., 1968, 49, 218.

ALVAREZ G.C. and CASTRO G.F. - Quantitatives studies of air-borne fungi of Havana in each of the twenty four hours of the day.
J. Allergy, 1952, 23, 259.

ANDERSEN A.A. - New sampler for the collection sizing, and enumeration of viable airborne particles.
J. Bact., 1958, 76, 471.

AUSTIN N., DOBREY M.D., VANCOUVER B.C. - Allergies respiratoires dûes aux moisissures.
Canad. Med. Ass. J., 1962, 87, 1310.

AUTRAN P. - Aspergillus en pathologie bronchopulmonaire.
Medicorama, mars 1970, 91.

BARLOW H.S. - A collaborative study of air borne molds in southern and central Ontario.
Ann. Allergy. U.S.A., 1963, 21, 569.

BAUTE R. - Introduction à une étude mycologique et pollinique de l'atmosphère bordelaise.
Trav. Lab. Inst. Bot. Fac. Méd. Bordeaux, 1956, 31.

BAUTE R. et CANELLAS J. - Analyse mycologique de l'atmosphère bordelaise au cours de l'année 1957.
Trav. Lab. Inst. Bot. Fac. Med. Pharm. Bordeaux, 1957, 31.

BAUTE R. - Recherche sur la biologie et la pigmentogénèse d'Epicoccum nigrum Link. (Adélomycètes).
Thèse Doct. Sci. Nat., Bordeaux, 1964.
Les Edit. Pyrén. Bagnères de Bigorre, 182 p.

BELLI E. et TOSCO U. - Importance clinique des micromycètes inhalés par rapport à la diffusion des spores dans l'atmosphère.
Poumon et Coeur, 1965, 21, 33.

BELLOCQ L., CANELLAS J., GOURMEL M. et BAUTE R. - Sur la flore mycologique et pollinique de l'atmosphère paloise, ses rapports avec les conditions météorologiques.
Ann. Inst. Hydr. et Clim., 1956, 21, 130.

BERNARD-GRIFFITHS C., CHAMPEIX J. et BALDINI A. - Asthme professionnel par contact avec les moisissures.
Arch. Mal. Prof., 1957, 18, 272.

BERNTON H.S. - Asthma due a mold : Aspergillus fumigatus.
J.A.M.A., 1930, 95, 189.

BERNTON H.S. and THOM C. - The role of Cladosporium, a common mold in allergy.
J. Allergy, 1937, 8, 363.

BLAMOUTIER B. - L'asthme de maison.
Rev. Franc. Allergie, 1964, 4, 39.

BLUMSTEIN G.L. - Mold allergy. II Clinical Analysis.
Ann. Allergy, 1945, 3, 341.

BONILLA, SOTTO O. - Allergie aux moisissures : fractionnement de l'allergène par filtration en gel Sedafex. G. 2.000.
J. Allergy, 1969, 43, 125.

BOURDILLON R.B., LIDWELL O.M. et THOMAS J.C. - A slit sampler for collecting and counting air-borne bacteria.
J. Hyg. Camb., 1941, 41, 197-224.

BOUTIN C. - L'allergie respiratoire fongique.
Impr. Gén. de Provence.
Thèse Marseille, 1966.

BOUTIN C. - L'allergie fongique.
Publ. Sandoz, 1968.

BROWN G.T. - Sensitization to fungi.
Ann. Int. Med., 1932, 6, 655.

BROWN G.T. - Hypersensitiveness to fungi.
J. Allergy, 1936, 7, 455.

BROWN H.M. - Air-borne and ingested yeasts as a cause of allergic asthma confirmed by direct intranasal provocation tests.
Comptes rend., éd. Schwab et Co., Bâle, 1963.

BROWNING W.H. - Mold fungi in the etiology of respiratory allergic diseases. II. Molds extracts ; a statistical study.
J. Allergy, 1942, 14, 231.

CADHAN F.T. - Asthma due to grains rusts.
J.A.M.A., 1924, 83, 27.

CAMPBELL M.J. and CLAYTON Y.M. - Bronchopulmonary aspergillosis. A correlation of the clinical and laboratory findings in 272 patients investigations for bronchopulmonary aspergillosis.
Bacteriology Dept., St. Mary's Hosp., London
American Rev. Respiratory diseases, 1964, 89, 186.

CAPETTI E., POPESKO I. GR., GHEORGHIU T., DOBRE I. et NASTASE C. - Contribution à l'étude du pollen et des moisissures atmosphériques des villes de B. et G.B. (région sous-carpatique méridionale de la Roumanie).
Acta Allergol., Danem., 1969, 24, 39.

CHABERT J. - Recherches sur la flore mycologique de l'air de Rabat. Maroc.
Thèse Doct. Pharm. Paris, 1968.

CHABERT J. et NICOT J. - Notes d'Aérobiologie. Micromycètes de l'air de Rabat. Contribution à l'établissement d'un catalogue mycologique du Maroc.
Bull. Tri. Soc. Myc. de France, 1968, LXXXIV, Fasc. 3, 475.

CHARPIN J. - Les syndromes respiratoires allergiques.
1 Vol., Heures de France, éd., Paris, 1962.

CHARPIN J. , CHARPIN H., AUBERT J. et RENARD M. - Identification des spores de moisissures atmosphériques.
Marseille Méd., 1963, 100, 1.

CHARPIN J., WOLFROM R. et AUBERT J. - Moisissures atmosphériques.
In VALLERY-RADOT P., WOLFROM R., CHARPIN J. et HALPERN B.N. Maladies allergiques, Flammarion éd., Paris ,1963.

CHARPIN J., SCARBONCHI O. , BLANC M. et BEKKA S. - Etude allergologique chez les travailleurs de la farine.
Rev. Franç. Allergie, 1964, 4, 69.

CHARPIN J., AUBERT J., BOUTIN C., LAURIOL M. et RENARD M. - Présentation des moisissures atmosphériques.
Journées provinciales Soc. Franç. Allergie, Lille, 1965 (à paraitre in Rev. Franç. All.).

CHARPIN J. - Allergies aux moisissures atmosphériques. Introduction.
Poumon et Coeur, 1965, 21, 5.

CHARPIN J., CHARPIN H., AUBERT J., BOUTIN C., GUEHO E., LAURIOL M. et RENARD M. - Recensement atmosphérique des spores de moisissures. Essai d'évaluation de leur rôle allergénique.
Poumon et Coeur, 1965, 21, 45.

CHARPIN J., MEYER G., AUTRAN P., AUBERT J., BOUTIN C. - Aspergillose pulmonaire allergique : discussion de trois observations.
Soc. Franç. Allergie, 1967.

CHARPIN J., BOUTIN C., AUBERT J., ROCCASERRA J.P., OHRESSER Ph. - A propos des tests de provocation bronchique dans l'allergie respiratoire fungique.
Marseille Méd., 1966, 103, 613.

CHARPIN J., AUBERT J., CHARPIN H., BOUTIN C. et MALLEA-LAURIOL M. - Intérêt du recensement des spores fongiques atmosphériques dans l'allergie respiratoire.
Biol. Méd., 1968, vol. LVII, n° 3, 201.

CHARPIN J., SEGRETAIN G., AUBERT J., CHARPIN H., MALLEA M. et SOLER M. - Nouvel inventaire des moisissures de l'atmosphère de Paris.
(Paris et Marseille.)
Rev. Franç. All., 1970, 10, 9.

CIBERT-SUCHET S. - Contribution à l'étude de l'allergie aux pneumallergènes usuels en pathologie respiratoire.
Thèse doct. Méd. Lyon, 1959, Bosc imp., 152 p.

COBE H.M. - Asthme due to a mold.
J. Allergy, 1932, 3, 389.

CONANT N.F., WAGNER H.C. and RACKEMAN F.M. - Fungi found in pillows, mattresses and furniture.
J. Allergy, 1935, 7, 234.

COUSERGUE J.L. - Les sensibilisations d'étage en allergie respiratoire et dans l'asthme allergique.
Maroc Méd., 1969, 49, 9.

DAVIES R.R. - A comparison between the summer and autum air-sporas at London and Liverpool.
Acta Allergol., 1963, 18, 131.

DERRICK E. and Mc LENNAN E.I. - Fungus spores found in the air in Melbourne-Victoria, Australia.
Acta Allergol., 1963, 18, 26.

DOBREY A.N. - Mold sensitivity in the allergic respiratory diseases.
Canad. M.A.J., 1963, 87, 1310.

DOMINJON-MONNIER F., CARTON J., BUFFE D., BURTIN P., BRILLE D. et KURILSKY R. - Etude comparative des seuils de réactions cutanées et ventilatoires à la poussière de maison et de leur intérêt diagnostique.
Rev. Franç. Allergie, 1961, 1, 161.

DOMINJON-MONNIER F., CARTON J., GUIBERT L., BURTIN P., BRILLE D. et KOURILSKY R. - Epreuves ventilatoires aux extraits de moisissures atmosphériques.
Rev. Franç. Allergie, 1962, 2, 191.

DUCHAINE J. and SPAPEN R. - The influence of molds in respiratory allergy as evidenced by provocation tests.
Acta Allergol., Suppl. VII, 1960, 170.

DUCHAINE J. - Pollens et spores de moisissures.
Acta tuberculosa et pneumologica Belgica, 1967, n° 6.

DURHAM O.C. - Incidence of air-borne fungus spores. I. Alternaria.
J. Allergy, 1937, 8, 480.

DURHAM O.C. - Incidence of air-borne fungus spores. II. Hormodendrum, Alternaria and rust spores.
J. Allergy, 1938, 10, 40.

DURHAM O.C. - The volumetric incidence of atmospheric allergens.
J. Allergy, 1943, 14, 455.

DURHAM O.C. - The volumetric incidence of atmospheric allergens. II. Simultaneous measurements by volumetric and gravity, slide method. Results with pollens and Alternaria spores.
J. Allergy, 1944, 15, 226.

DWORIN M. - A study of atmospheric mold spores in Tucson Arizona.
Ann. Allergy, U.S.A., 1966, 34, 31.

FEIN B.T., KAMIN P.B. - A ten years survey of the hay fever plants and important atmospheric allergens in the San Antonio. Texas. Metropolitan area.
J. Allergy, 1962, 33, 141.

FEINBERG S.M. - Studies on the relation of micro-organisms to allergy. II. Role of yeasts in allergy.
J. Allergy, 1935, 6, 564.

FEINBERG S.M. - Mold Allergy : its importance in asthma and hay fever.
Wisconsin M.J., 1935, 34, 254.

FEINBERG S.M. and LITTLE H.T. - Studies on the relation of microorganisms to allergy. III. A year's survey of daily mold spores content of the air.
J. Allergy, 1935, 7, 149.

FEINBERG S.M. - Seasonal hay fever and asthma due to molds.
J.A.M.A., 1936, 107, 1861.

FEINBERG S.M. - Allergy in practice.
The yearbook publishers Inc., Chicago, 1944, 798.

FITZGERALD J.D.L. and DOENNE A.E.M. - The seasonal incidence of atmospheric mold spores in Toronto. (april 1953-april 1954).Canad. M.A.J., 1955, 72, 700.

FLENSBORG E.W. and SAMSOE-JENSEN. - Studies in mold allergy. III. Molds spores counts in Copenhague.
Acta Allergologica, 1950, 3, 49.

FONTANGES R. et ISOARD P. - Etude des microconstituants de l'atmosphère de la région lyonnaise, à l'aide d'un collecteur à grand volume.
Rev. du C.E.B.E.D.E.A.U., Belgique, 1968, 301.

FRAENKEL E. - Moulds and asthma.
Brit. Med. J., 1938, 2, 68.

FRANKLAND A.W. and DAVIES R.R. - Allergie aux spores de moisissures en Angleterre.
Poumon et Coeur, 1965, 21, 11.

FREOUR P. - Les facteurs étiologiques et la pathogénie de l'asthme.
Rev. Prat., 1969, 19, 1003.

GAUDIER B. et LELONG M. - Le rôle des moisissures atmosphériques en allergie.
Lille Médical, 1965, 10, 759.

GENEVRIER R., MICHELET L., CLAUDE M. et MUNDLER B. - L'allergie aux moisissures dans l'asthme.
La Clinique, 1957, 52, 499.

GOURMEL M., CANELLAS J. et CAZAUX P. - La flore mycologique de l'atmosphère de Pau en 1960, 1961 et 1962.
Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 1963, 102, 213.

GOURMEL M., BAUTE M.A., BAUTE R. - La flore mycologique de l'atmosphère de Pau en 1963, 1964, 1965.
Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 1967, 106, 172.

GOURMEL M., BAUTE M.A., BAUTE R. et CANELLAS J. - La flore mycologique de l'atmosphère de Pau en 1966, 1967, 1968.
Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 1970, 109, 66.

GOURMEL M., BAUTE M.A., BAUTE R. et SCHREIBER G. - Sur la présence dans l'atmosphère d'Epicoccum nigrum Link (Adelomycètes), Sept années d'observation.
Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 1964, 103, 257.

GREGORY P.H. - The construction and use of a portable volumetric spore trap.
Trans. Brit. mycol. Soc., 1954, 37, 4.

GREGORY P.H. - Problems of aerobiology.
Scientif. J. Royal College Science, 1955, 241.

GREGORY P.H. et HIRST J.M. - The summer air-spora at Rothamsted in 1962.
J. Gen. Microbiology, 1957, 17, 135.

GREGORY P.H. - The microbiology of the atmosphere.
1 vol. Leonard Hill Books Limited London.
Interscience publishers Inc. New York, 1961.

GREGORY P.H. et LACEY M.E. - The discovery of Pithomyces chartarum in Britain.
Trans. Br. Mycol. Soc., 1964, 46, 73.

GREGORY P.H., LACEY M.E. - Mycological examination of dust from mouldy hay associated with farmer's lung disease.
J. Gen. Microbiol., 1963, 30, 75.

GRINNEL E. - The diagnostic and treatement of mold allergy.
Lancet, 1944, 2, 483.

GUIBERT L. et COMBES R. - Etat actuel de la préparation des extraits allergéniques à l'Institut Pasteur.
Sem. Hôp., 1958, 34, 290.

GUIBERT L. - Préparation des extraits allergéniques.
In : PASTEUR VALLERY-RADOT P., WOLFROM R., CHARPIN J. et HALPERN B.N. - Maladies allergiques.
Flammarion édit., 1963, 1047.

GUIBERT L., COMBES R., TESSIER F. et BLAMOUTIER J. - Remarques sur les sensibilisations à quelques moisissures.
Rev. Franç. Allergie, 1963, 3, 121.

GUIBERT L. - Extraits allergéniques de moisissures et de champignons pathogènes.
Le poumon et le coeur, 1965, 21, 25.

HAMILTON E.D. - Studies of the air spora.
Acta allergologica, 1959, 13, 143.

HAMILTON E.D. - Pollen and fungus spore counts.

Proc. Roy. Soc. Med., 1963, 56, 220.

HANSEN K. - Ueber Schimmelpilz Asthma.
Verhandl. d. Deutsch. Gesellsch, 1928, 40, 204.

HEISE H.A. and HEISE N.R. - The influence of temperature variations and winds aloft on the distribution of pollens and molds in the upper atmosphere.
J. Allergy, 1949, 20, 378.

HIRST J.M. - An automatic volumetric spore trap.
Ann. Appl. Biol., 1952, 39, 257.

HOPKINS J.B., BENHAM R.W. and KESTEN B.M. - Asthma due of fungus : Alternaria.
J.A.M.A., 1930, 96, 6.

HYDE H.A., WILLIAMS D.A. - A daily causus of Alternaria spores caught from the atmosphere at Cardiff in 1942 and 1943.
Trans. Brit. Mycol. Soc., 1946, 29, 78.

HYDE and WILLIAMS D.A. - A census of mould spores in the atmosphere.
Nature, 1949, 164, 668.

HYDE H.A. and WILLIAMS D.A. - A coursus of mould spores in outside air in Copenhague.
Acta Allergol., 1952, 5, 313.

HYDE H.A. , RICHARDS M. and WILLIAMS D.A. - Allergy to moulds spores in Britain.
Brit. Med. J., 1956, 1, 886.

HOSEN H. - On mold spore allergy.
Ann. Allergy, 1968, 26, 515.

JIMENEZ-DIAZ C. - L'asthme aux moisissures.
Europa Medica, 1963, 2, 123.

KAPLAN L. - Survey of air borne fungus spores in the Boston area in relation to inhalant allergens.
Ann. All., 1952, 10, 109.

KOBAYASHI M., STAHMAN M.A., RANKIN J. and DICKIE H.A. - Antigens in moldy hay as the cause of farmer's lung.
Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 1963, 113, 472.

LE COULANT H.P. et LOPEZ G. - Asthme endémique régional par sensibilisation à l'Ustilago (Etude expérimentale).
J. Méd. Bordeaux, 1957, 134, 1094.

MARLAND P. - Le poumon du travailleur agricole.
Poumon et Coeur, 1965, 21, 209.

MAUNSELL K. - Respiratory allergy to fungus spores.
Progress in allergy. Vol. 4, S. Karger édit., Basel, 1954, 457.

MAY K.R. - The cascade impactor : an instrument for sampling coarse aerosols.
J. Scient. Instrum., 1945, 22, 187.

MERKSAMER D. - Mold allergy.
New York J. Med., 1957, 57, 115.

MERKSAMER D. and SHERMAN H. - An evaluation of atmospheric molds spores as allergens in the New York area : a seven year study.
J. Allergy, 1958, 28, 60.

MERKSAMER D. - Allergy to molds in fundamentals of modern allergy.
Prigal S.J. Ed. New York, 1960, 418.

MICHEL-BRUN J., COUDERT Y., FONTANGES R., ISOARD P., VALLA T. et DIDILLON. - Résultats d'une enquête sur les Micromycètes de l'atmosphère dans la région lyonnaise.
Bull. Mens. Soc. Linnéenne de Lyon, 1969, 38, (N°4).

MOLINA Cl. - Le poumon de fermier.
Poumon et Coeur, 1965, 21, 991.

MOLINA Cl., PASSEMARD N., CHEMINAT J.C., PETIT R., et CHAPELAIN H. - Aspects de l'asthme en milieu agricole.
Soc. Franç. Allergie, 20 juin 1967.

MORROW H.B., LOWE E.P. and PRINCE H.E. - Fungi in the etiology of respiratory allergic diseases. I. A survey of airborne molds.
J. Allergy, 1942, 13, 215.

MORROW M.B. - Mold fungi in the etiology of respiratory allergic diseases. VII. Further survey studies. Ann. Allergy, 1947, 5, 442.

MORROW M.B., MEEYER M.A. and PRINCE H.E. - A summary of air-borne mold surveys. Ann. Allergy, 1964, 22, 575.

NILSBY I. - Allergy to moulds in Sweden. A botanical and clinical study. Acta allergologica, 1949, 2, 57.

OGDEN E.C. and LEWIS D.M. - Air-borne pollen and fungus spores of New York State. New York State museum and Science service, Bull. 378, January 1960.

OZKARAGOZ K. - Pollens, mold spores and other inhalants as etiologic agents of respiratory allergy in the central part of Turkey. J. Allergy, 1967, 40, 21.

PADY S.M., KRAMER C.L., CLARY R. - Diurnal periodicity in airborne fungi in an orchard. J. Allergy, 1967, 39, 302.

PASTEUR L. - Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. Annls Chim. Phys., 1862, 64, 5-110.

PASTEUR VALLERY-RADOT, HALPERN B.N., SEGRETAIN A., DOMART A. - Etude de la nature et de la densité de la flore mycologique dans l'atmosphère de Paris durant l'année 1948. Acta Allergol., 1950, 3, 179.

PASTEUR VALLERY-RADOT, WOLFROMM R., CHARPIN J., HALPERN B.N. - Maladies allergiques. 1 vol. Flammarion éd., Paris, 1963.

PAUTRIZEL R., CABANIEU G., BRICAUD H. et BROUSTET P. - Exploration allergénique et spécificité allergénique de groupe chez les asthmatiques (méthode originale de détection par voix épicutanée). Pathol. Biol., 1957, 6, 633.

PAUTRIZEL R., CABANIEU G., BRICAUD H. et BROUSTET P. - Spécificité allergénique de groupe. Conséquences thérapeutiques dans l'asthme. Méthode de désensibilisation spécifique par voix épicutanée. Sem. Hôp., Paris, 1957, 33, 1394.

PAUTRIZEL R. et CABANIEU G. - Allergie dans l'asthme. 1 vol. Expansion scientifique Franç., Paris, 1958.

PAUTRIZEL R., CABANIEU G., BRICAUD H., BROUSTET P. - Les dyspnées par sensibilisation. XXXIIème Congrès franç. de Méd. Lausanne. 1 vol. Masson édit., 633.

PEPYS J. - Précipitines aux extraits de foin et de moisissures dans le serum des patients atteints de "farmer's lung". Rev. Franç. Allergie, 1961, 1, 256.

PEPPYS J., JENKINS P.A., FESTENSTEIN G.N., GREGORY P.H., LACEY M. and SKINNER F.A. - Farmer's lung. Lancet, 1963, 2, 607.

PEREZ ALVA, RODRIGUEZ S. et ZUMIGA. - Hongos del ambiante de Lima, Callao balnearios. C.R. IIème Congresso Internationale Alergia, Rio de Janeiro, 6-13 nov. 1955.

PHILIPPE J., GUIBERT L., COMBES R. - Considération sur les allergies sylvaines. Revue Française d'allergie, 1965, 2, 96.

PRATT H.N. - Seasonal aspects of asthma and Hay fever in New England with special reference to sensitivy to mold spores. New England J. Med., 1938, 782, 219.

PRATT H.N. - Species specificity of Alternaria in asthma and hay fever. J. Allergy, 1941, 12, 431.

PRINCE H.E. and MORROW M.B. - Molds in etiology of asthma and hay fever with special reference to coastal area of Texas. South Med. J., 1937, 30, 754.

PRINCE H.E. and MORROW M.B. - Etiologic factors in allergic diseases : Molds. Ann. Allergy, 1963, 21, 471.

PRINCE H.E., MORROW M.B. - A logical approach to mold allergy.
Ann. Allergy, 1969, 27, 79.

PRINCE H.E., MORROW M.B. - The diagnosis of mold allergy.
Ann. Allergy, 1967, 25, 337.

RACKEMAN F.M., RANDOLPH T.G. and GUBA E.F. - The specificity of fungus allergy.
J. Allergy, 1938, 9, 447.

RICHARDS M. - A survey of air-borne moulds.
Acta Allergol., 1953, 6, 261.

RICHARDS M. - Seasonal periodicity in atmospheric mould spore concentration.
Acta allergol., 1954, 7, 357.

RICHARDS M. - A census of mould spores in the air over Britain in 1952.
Tr. Brit. Mycol., 1956, 39, 431.

RIPE E. - Mould allergy. I. An investigation of air borne fungal spores in Stockholm.
Acta allergol., 1962, 17, 130.

ROMANSKIB, TARASZKIEWICZ W. et SWINDERSKA A. - Asthme aux moisissures, étude clinique et immunologique.
Rev. Franç. Allergie, 1968, 8, 50.

ROTH A. and DURHAM O. - Pollen and mold survey in Hawai, July 1963 to June 1964.
J. Allergy, 1965, 36, 186.

SAMS J.T., SMITH R.E. - Cross-antigenicity of common mold antigens.
Ann. Allergy, 1968, 26, 55.

SANDHU D.K., SCHIVPURI D.N. and SANDHU R.S. - Studies of air-borne fungal spores in Delhi, their role in respiratory allergy ?
Ann. Allergy, 1964, 22, 374.

SANERKIN N.G., SEAL R.M.E., LEOPOLD J.G. - Plastic bronchitis, mucoid impaction of the bronchic and allergic bronchopulmonary aspergillosis and their relation ship to bronchial asthma.
Ann. Allergy, 1966, 24, 586.

SCHAFFER N., SEIDMON E.E. and BRUSKIN S. - The clinical evaluation of airborne and house dust fungi in New Yersey.
J. Allergy, 1953, 23, 348.

SCHONWALD P. - Allergenic molds in the Pacific Northwest.
J. Allergy, 1937, 91, 75.

SCHOL-SCHWARZ B. - The genre Epicoccum Link.
Trans. Brit. Mycol. Soc., 1959, 42, n° 2, 149.

SELLERS E.D. and McKENZIE E. - Mold fungi in the etiology of respiratory allergic diseases.
VIII Mold allergy in west Texas. Clinical observations.
Ann. Allergy, 1947, 5, 455.

SLAVIN R.G., STANCZYK D.J., LONIGRO A.J. et BROUN G.O. Sr. Allergic Bronchopulmonary aspergillosis. A North American rarity.
Am. J. Med., 1969, 47, 306.

SWAN D.C., BARNETT H.L. - The effect of light on sporulation of Epicoccum nigrum.
Proc. West Virginia Acad. Sci., 1963, paru 1964, 35, 46.

TABART J. - Allergie respiratoire aux moisissures.
Suppl. Rev. Prat., mai-juin 1955, n° 3, 81.

THIERS H. - Manuel d'Allergologie.
1 Vol. Masson et Cie édit., Paris, 1965.

TIFFENEAU R. - L'allergie pulmonaire de l'asthmatique.
J. Franç. Méd. Chr. Thor., 1959, 13, 1.

TOOGOOD J.H. - Seasonal allergies in South Western Ontario.
Canad. M.A.J., 1958, 78, 932.

TROMP S.W. - Biometeorological analysis of the frequency and the degree of asthma attacks in the western part of the Neetherlands.
In Biometeorology, Pergamon Press. Oxford., 1962, 477.

TUFT L. and GIRSH L.S. - Seasonal summer allergies.
Geriatrics, 1963, 18, 565.

TURNER P.D. - The fungal air spora of Hong Kong as determined by the agar plate method.
Trans. Br. Mycol. Soc., 1966, 49, fasc. 2.

VALLA T., DIDILLON P., MICHEL-BRUN J., ISOARD P., COUDERT J. et FONTANGES R. - Etude de la répartition annuelle, qualitative et quantitative des micromycètes atmosphériques de la région lyonnaise.
Mykosen, 1969, 12,(7),447.

VAN DER WERFF. - Mould fungi and bronchial asthma.
Thomas édit., Springfield, Illinois, 1958.

VAN DER VEER. - Mold spores in asthma and hay fever.
J. Allergy, 1937, 8, 277.

VAN LEEUWEN W.S. - Bronchial asthma in relation to climate.
Proc. Roy. Soc. Med. Sect. Terap. and Pharmacol., 1924, 17, 19.

VAN LEEUWEN W.S. - Allergic diseases.
1 Vol., Philadelphia, 1925.

VAUGHAN W.T. and BLACK J.H. - Practice of allergy.
The C.V. Mosby Company St-Louis, 1948, 743.

VOLTERRANI O. et TOSCO U. - Allergia da spore fungine.
Min. Med., 1957, 48, 4283.

WILTSHIRE S.P. - The original and modern concepts of Stemphylium.
Brit. Mycol. Soc. Trans., 1938, 21, 211.

*

EDITIONS BERGERET -2,rue Bergeret- BORDEAUX. Tél. 91.12.59